大学発！美味しいバイオ

サメが丸ごと化粧品原料や機能性食品に

野村　義宏[1]*・髙橋　　滉[2]・笹辺　修司[3]

サメのゼロエミッションを目指した研究開発を行っており，サメ肉および皮の有効利用を目的とし，文部科学省・科学研究費，農林水産省・高度化事業，NEDO・産業技術研究助成事業およびマチングファンドを獲得し研究を進めてきた成果について紹介します．

はじめに（サメを取り巻く環境）

サメは，ヒレ（いわゆるフカヒレ）部分が高級食材として珍重されるものの，ヒレ以外の部分は利用が進まず，特にマグロ漁で混獲された場合は，ヒレのみを残して海洋投棄される（フィニング）などの問題が存在しています．サメ・エイ類の年間水揚げ量はFAQ（国連食糧農業機関）の調査によると，2003年に約80万トンに達しており，動物性タンパク質資源としての有効活用技術が求められています．しかし，ヒレ以外の部位については，特に独特のアンモニア臭を持つことが障害となり，サメの有効利用が進まない原因となっていました．

宮城県気仙沼港には，年間12,000トンのサメ類が集約的に水揚げされ，サメを加工する企業が集まっています．サメ肉は，アンモニア臭を伴うことから下級食材という認知であり，かまぼこを始めとした魚肉練り製品の補助材でした．その意識改善を目指し，宮城県気仙沼地方振興事務所を中心として，サメ肉を有効に活用しようと地産地消を目的とした商品開発に取り組んでいます．気仙沼ではフカヒレラーメンやフカヒレ寿司は観光名物であり，フカバーガーなども開発されています．図1にサメの可食部を示しました．いろいろな部分が可食部です．

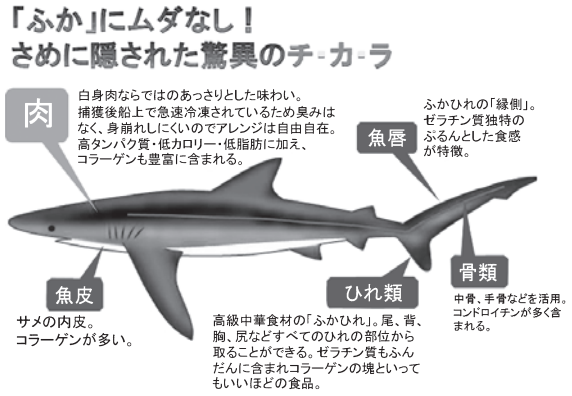

図1．サメの可食部

サメ皮由来コラーゲン

農工大・硬蛋研の研究は，当時廃棄物として処理されていたサメ皮の有効利用のためのものでした．

最初に手がけたのはサメ皮を鞣し，革を製造することでした．この仕事は主に都立皮革技術センターと宮城県産業技術総合センターで行われもので，気仙沼市の特産品として鞄や財布などが販売されています．

次に手がけたのがコラーゲンの精製，特性解析，大量製造方法の確立です．サメ皮由来コラーゲンの特徴は，α鎖内に架橋が存在するため，ブタ皮由来コラーゲンと異なる電気泳動像を示します．また，コラーゲンに特徴的なヒドロキシプロリン（Hyp）の存在量が低く，そのため熱変性温度が低いことです．陸生動物のコラーゲン溶液の変性温度が37C°付近であるのに対し，28C°付近です．コラーゲンの変性温度は，生育環境に依存するといわれており，Hyp含量が高いほど変性温度は高くなります．マリンコラーゲンの実験室レベルでの精製は，それほど問題ありませんでした．温度管理さえできていれば，きれいなコラーゲンを精製することができました．しかし商業レベルでの製造では，コストの問題もあり，室温での操作が基本になります．臭いの原因は，主に肉部分に由来することが多く，新鮮な状態で肉部分の物理的な削除が重要になります．次に問題になるのは，いわゆるサメ皮に特徴的な楯鱗（黒皮）の除去です．この黒皮をきれいに除いておくことで最終製品である化粧品用途のコラーゲンが精製できることになります．精製した真皮を細切りし，低温で酸溶媒により抽出，塩析，酸溶媒に再溶解，脱塩した後に凍結乾燥することで，スポンジ状のコラーゲンを調製することができます．このサメ

図2．サメ皮由来化粧品用コラーゲン

* **著者紹介**　東京農工大学農学部附属硬蛋白質利用研究施設（准教授）　E-mail: ny318@cc.tuat.ac.jp
[1] 農工大，[2] ㈱中華・高橋，[3] ホソカワミクロン㈱

皮由来のコラーゲンをサクシニル化することで，化粧品用途に利用することが可能になりました（図2）．

コラーゲンを塗布することによる皮膚への効果を検証するため，ヘアレスマウスに6週間紫外線照射し，皺を形成させた後，コラーゲン溶液を塗布しました．その結果，皺が目立たなくなり，真皮中のエラスチン線維の状態を改善していることを認めました．これは，紫外線照射することで傷んだ皮膚が，コラーゲンを塗布することで改善することを示しています．

サメ肉摂取による効果

サメ魚体の50%を占めるのが肉であり，魚種によっては，そのままステーキや煮物として利用されています．有名なのは，広島県三次市のワニ（サメ）料理や漬け丼，伊勢の‘たれ’が有名です．内陸地方には，サメの湯引き，煮付け，フライなど，珍味として食膳に供されることもあります．最近では，須磨海浜水族館のドルフィンショップで「シャークナゲット」が名物として売り出されています．地産地消の御当地バーガー「ふかバーガー」が気仙沼の海の市で販売されています．サメ肉は，多くの場合，魚肉練り製品の補助食材として利用されています．サメ肉の主な用途である‘はんぺん’を製造するためには，サメ肉中の筋の除去が重要になります．機械的に分別が可能であり，筋を除いた肉を使用します．筋は，おでんのスジとして主に関西方面で珍重されています．

日本国内において，サメは有効に利用されていますが，商品価値が低いのも確かです．また，成分表示義務の必要から魚種を明記する必要があるため，練り製品にサメ肉を使用することが商品価値を下げる（安価な魚肉を混ぜているという感覚です）という思惑があり，あまり利用されなくなっています．そこで，当研究室と㈱中華・高橋との共同研究から，サメの筋肉を入れ，歯応えを残した練り製品を開発し，Newコラーゲンボールとして売り出す準備をしています．特徴としては，魚臭さを除いたこと，コラーゲン量を高くしたことです（図3）．

また，サメ肉の酵素加水分解物の機能性を探求し，骨

図3．サメ肉由来の新食材「*New* コラゲンボール」

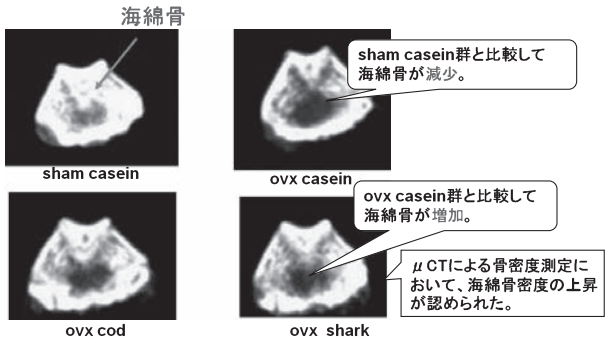

図4．卵巣摘出モデルラットへのサメ肉投与による骨密度改善効果

質を高める効果を認めました．卵巣を摘出した骨粗鬆症モデルラットに対照としてカゼインまたはタラ肉を与えた群を，試験食としてサメ肉を与えた群を設定しました．その結果，サメ肉投与群において骨密度の有意な増加を認めています（図4）．

機能性食品として利用するため，サメ肉を酵素分解し，無味・無臭にした低分子タンパク質を調製しました．平均分子量が300のサメ肉酵素分解物において骨密度を高める効果を確認しています．

最後に（今後の展望）

サメは縄文・弥生時代の遺跡からも出土しており，古くから食材として利用されています．奈良時代には，サメの干物である「さめたれ」が伊勢神宮へ献上品として登場しています．現代では，‘はんぺん’や魚肉練り製品の増量剤的な使われ方が多く，主役になることはないようです．

サメは，マグロはえ縄漁に伴い混獲されることが多く，高級食材であるヒレのみを採取し，それ以外の部分を海洋投棄するフィニングが行われています．国内に水揚げされるサメに関しては，漁獲量調査と並行してフィニングにも目を光らせており，魚体すべてが水揚げされています．世界の海で可食魚が減少している現状において，サメも有効な資源です．サメの軟骨はコンドロイチン硫酸の原料として利用されており，ある種のサメの肝臓からはスクワランを採取することができます．サメ皮を鞣し革として高級ハンドバックや靴にも利用されています．いろいろな所で利用されているのですが，肉の部分の認知度は非常に低いものです．今後は，サメの認知度を高めるためにも，食材としての効用を明らかにしていきたいと思います．

本研究を行うにあたり，多くの卒論・修論生，公設試・企業の方，県の行政官の皆様に多大なるご助言・ご支援をいただきました．皆様に感謝の意を表したいと思います．有難うございました．