

漁業系廃棄物処理の現状と課題

魚類残滓のリサイクルを主体に

〔要 旨〕

- 1 漁業系廃棄物としては、魚類残滓を主体とする水産系残滓のほか、漁船に使用されるFRP、あるいは魚箱等に利用される発泡スチロールが大きな比重を占めるものと思われる。本稿では、魚類残滓のリサイクルの現状と課題を中心に整理し、その他の漁業系廃棄物については現状の概観にとどめる。
- 2 FRP船については、これを中心とする不法投棄廃船が社会問題となっている。しかも、今後一層の増加が予想されるなど、制度面も含めたりサイクル方法の確立が緊急の課題となっている。また、発泡スチロールのリサイクルについては、水産物の市場流通を前提としたシステムが一定程度機能しているが、今後、市場外流通の増加等流通の変化に対応した回収システムへの転換が課題になるものと思われる。
- 3 魚類残滓のリサイクルにおいては、DHAやEPAなどの脂質の利用や、あるいはコラーゲンやコンドロイチン等の有用成分の利用等、新たな取組みもみられるが、概して十分な市場規模を確保するに至っていない。相対的に高いとされる生産コスト等の課題克服には、まだ時日を要する現状にある。
- 4 フィッシュミール加工が魚類残滓のリサイクルにおいて大きな比重を占めるが、消費地立地の事例を主体に、採算確保が大きな課題となっている。一部加工産地等では、原料の鮮度や同一魚種で比較的まとまった量という原料事情を生かした対応も考えられるが、一般には厳しい状況にある。設備運営上の問題も指摘されるが、基本的には商業ベースでの経営成立は現状では困難となっている。
- 5 魚類残滓のリサイクルにおいては、有用成分活用における生産コスト問題等、諸課題に対応する技術開発を含め、処理対象残滓の内容や発生状況、あるいは成分組成に合わせた回収・処理システムの構築が課題といえよう。

目次

はじめに

1 漁業系廃棄物処理の現状

(1) 水産系残滓

(2) 廃FRP船

(3) 発泡スチロール

2 食品廃棄物のリサイクル

3 魚類残滓のリサイクル

(1) 機能性素材等の製造

(2) 全面食用化に向けた取組み

4 フィッシュミール加工

(1) 全体的な動向

(2) 加工産地の事例

M水産加工業協同組合

(3) 消費地の事例

F市水産加工公社

(4) 事例にみるミール事業の課題

おわりに

はじめに

環境保全と経済発展の両立を図りながら持続可能な発展を目指す21世紀の経済社会。この循環型社会形成に向けた基本的な枠組みを示すものとして、2000年6月には「循環型社会形成推進基本法」が公布された。以降、環境問題に対する社会的な関心の高まりとともに個別法の整備も進んでいる。その一環として、01年5月には「食品循環資源の再生利用等の促進に関する法律（食品リサイクル法）」も施行された。同法は、06年度までに最低でも食品廃棄物の20%の再利用を食品メーカーや流通・外食企業に求めている。02年12月に閣議決定された「バイオマス・ニッポン総合戦略」においても、「バイオマスの生産、収集・輸送に関する戦略」でその支援等を掲げている。^(注1)

水産関係業界においても、こうしたこと

を背景にリデュース（発生抑制）、リサイクル（再資源化）、リユース（再使用）あるいはゼロ・エミッションをキーワードに、循環型社会構築に向けた取組みが加速している。

本稿では、漁業系廃棄物処理の現状を概観したうえで、量的にも多く、また多様なリサイクル事例もみられる^(注2)水産系残滓、とりわけ魚類残滓についてそのリサイクルの現状と課題を整理する。

（注1）経済性の向上にかかる具体的行動計画のなかで、下記事項等を掲げている。

農業廃棄物、食品廃棄物を効率的に収集するシステムの構築を検討・支援する。

水産加工残滓の発生・回収・処理状況等を分析し、地域の類型化を行い、高鮮度、低コストで回収するシステムのモデルを作成し、その普及啓発を図る。

民間企業等の行う食品廃棄物の効率的分別や運搬・回収技術の開発を支援する。

（注2）漁業および水産加工業で発生する残滓という意味で使用。以下同じ。

1 漁業系廃棄物処理の現状

漁業系廃棄物とは、漁業センサスにおいて「老朽・破損等により生じる廃棄物のうち、FRP船、漁具、漁網及び漁獲物の残滓のことをいう。」と定義されている。これらの発生量に関する統計的資料についての知見はほとんど無いが、北海道がホームページで公開している「漁業系廃棄物発生量調査」^(注3)によれば、廃漁網は数量的に少なく、魚類残滓と貝殻を内容とする水産系残滓が大きな比重を占めている。本章では、こうした事情から、水産系残滓を主体に整理する。

また、同調査の対象外となっている漁業系廃棄物のなかでは、漁船に使用されるFRPと魚箱等に使用される発泡スチロールが相対的に大きな比重を占めるものと思われるので、この両者についてもリサイクルの現状を概観する。

(注3) <http://www.pref.hokkaido.jp/srinmu/sr-skeie/contents/haikibutu.htm>

漁船や魚箱等は調査対象とはなっていないが、2002年度の発生量は43万9千トンと発表されている。内訳は、ホタテ等の貝殻18万7千トン(42.7%)、魚類残滓18万トン(41.1%)、付着物5万5千トン(12.4%)、ヒトデ1万4千トン(3.3%)、漁網2千トン(0.4%)となっている。

(1) 水産系残滓

水産系残滓としては、魚類残滓、ホタテやカキ等の貝殻、ヒトデやクラゲ等の非有用物がある。前記「漁業系廃棄物発生量調査」によれば、魚類残滓と貝殻の占める比重が大きい(第1表)が、北海道という特殊性を考慮すれば、全国的には魚類残滓が過半を占めるものとみられる。

a 魚類残滓

一般に魚介類の可食部分は重量比で50~70%程度とされており、残りの部分は「魚アラ」等の形で排出され、別途処理される。この別途処理される部分がいわゆる魚類残滓であり、水産物の水揚から消費にいたる各段階で発生する。産地市場においては、市場価値等の問題から結果的に廃棄される魚が発生する。また、水産物の加工段階あるいは消費地市場では、切り落とした頭や内臓等の残滓が発生する。鮮魚小売店や量販店でも同様である。

中央水産研究所の第51回漁業経済学会

第1表 漁業系廃棄物発生量の推移(北海道)

(単位 千トン, %)

	1999年度		00		01		02	
	発生量	構成比	発生量	構成比	発生量	構成比	発生量	構成比
魚類残滓	192	48	252	51	217	48	195	44
ホタテガイの内臓(ウロ)	38	10	36	7	39	9	37	8
イカの内臓(ゴロ)	10	3	14	3	14	3	11	2
貝殻	161	41	202	41	194	43	187	43
ホタテガイ	152	38	196	40	184	41	184	42
付着物	39	10	36	7	41	9	55	12
漁網	4	1	3	1	2	0	2	0
合計	396	100	493	100	453	100	439	100

資料 北海道水産林務部「漁業系廃棄物発生量調査」

(注)1 「貝殻」にはウニ殻を含む。
2 「魚類残滓」には、ヒトデを含む。

(2004年)での報告「地域別・産業別にみる魚アラ発生量の推計」から、年間魚アラ発生量5万トン以上の都道府県を抽出、整理したものが第2表である。同報告が指摘するように、魚アラの発生量は、産地では水産加工業からの発生が多く、大都市部では水産流通分野での発生が多い。こうした違いは、同じ残滓といっても内容に大きな差異をもたらす。すなわち、産地における残滓が、同一魚種で大量、鮮度も高いという特徴を持つのに対し、消費地のそれは、多種類、多様、鮮度も不均一という特徴がある。

家庭から排出されるものを除いた水産系残滓の発生量は年間約386万トンであり、その約3割が飼・肥料に再資源化されているが、こうした残滓の違いはリサイクルの内容にも影響する。すなわち、養殖産地や加工産地では、近年、ドコサヘキサエン酸(DHA)やエイコサペンタエン酸(EPA)、あるいはコラーゲンやコンドロイチンの抽

出等、有用成分の一層の活用を図る動きが加速している。

b 貝殻

貝殻には、ホタテ、カキ、アサリ、アコヤガイ(真珠)等さまざまあるが、発生量に関する統計等は見当たらない。しかし、大宗を占めるとされるホタテとカキの貝殻発生量は、それぞれ約35万トン、約20万トンとみられ、その他の貝殻も含め相当量に上ることは明らかである。^(注6)

北海道の「漁業系廃棄物発生量調査」では、02年度のホタテ貝殻発生量18万4千トンのうち約8割(14万8千トン)が再利用ないし再生利用されている。その内容を第3表にまとめたが、水産や農業に関する分野、あるいは土木建設関係等、さまざまな用途に利用されている。

とはいえ、個別産地での事業化や実用化に向けた試行的段階にあるものが多い。さらに、ホタテの場合は、カキ養殖の種苗付

第2表 地域別・産業別魚アラ発生量(推計)

(単位 千トン, %)

	水産加工		水産流通										外食・宿泊		残滓発生量	
	計	構成比	計	構成比	卸売市場	構成比	水産卸売	構成比	量販小売	構成比	鮮魚店	構成比	計	構成比	計	構成比
北海道	310	77	75	19	4	1	47	12	15	4	10	2	15	4	400	100
青森	29	57	19	37	3	6	10	19	4	7	2	4	3	6	52	100
宮城	63	63	32	32	2	2	23	23	4	4	3	3	5	5	100	100
千葉	41	43	42	44	2	2	20	21	14	15	5	5	12	13	95	100
東京	1	0	207	79	8	3	163	62	25	10	11	4	55	21	263	100
神奈川	3	4	51	69	4	5	26	35	17	23	4	5	20	27	75	100
静岡	49	46	46	43	2	2	30	28	8	7	6	5	12	11	108	100
愛知	14	17	52	62	4	5	29	35	15	18	4	4	18	21	84	100
大阪	0	0	85	77	8	7	54	49	17	15	6	6	25	23	110	100
福岡	0	0	52	84	3	4	29	47	14	22	6	10	10	16	62	100
鹿児島	38	75	9	18	1	2	3	5	4	8	1	2	3	7	51	100
全国計	667	32	1,112	53	73	3	616	29	310	15	112	5	327	16	2,105	100

資料 中央水産研究所「地域別・産業別にみる魚アラ発生量の推計」(第51回漁業経済学会報告)

(注)1 推計調査は2001,02年度に実施。例外もあるが、発生量はおおむね2001年度が基準。

2 構成比は残滓発生量を100とした割合。

第3表 貝殻の再生利用事例

利用分野	利用内容	具体的な利用事例
水産	・カキ養殖稚貝採苗付着基質 ・漁場造成用魚礁資材 ・漁場底質改良材	全漁連取り扱いの「シェルナース」等 青森・野辺地港(「ホタテ貝殻、海の砂に」2002.11.18河北新報)
農業	・土壌改良剤 ・肥料、養鶏飼料 ・水質浄化材 ・暗渠排水疎水材	北海道・常呂町(「ホタテ貝殻は“元気の源”」2003.4.11日本農業新聞) 同上 北海道ほか(「貝殻で牧場の汚水浄化」2002.9.23毎日新聞)
土木建設	・道路路盤骨材 ・道路舗装用資材 ・壁材・漆喰・塗料等建築資材 ・砂代替材	北海道水産経営課ホームページ「漁業廃棄物 - 貝殻製品一覧」参照
その他	・除菌・抗菌・消臭剤 ・食品添加物(栄養補給剤) ・凍結防止剤	

資料 表中の「具体的な利用事例」から筆者作成

着用材料としての利用が相当量あり、こうした事情を考えれば、それ以外の貝殻の再利用状況は、これほどには高くないものとみられる。大量かつ恒常的な有効利用策の確立が課題といえよう。

(注4) 魚種や調理方法によって大きく差異を生ずる。詳細は東京都の「水産物歩留り調査」(1999年3月)参照。

(注5) 中央水産研究所((独)水産総合研究センター)ホームページ-研究の動き(経営経済研究)2002.11作成-「採算性ある水産系残滓回収システム」。「食糧需給表」(2000年度速報値)からも、粗食料と純食料の差382万トンが水産系残滓に相当する部分と試算できる。

(注6) 河北新報(2002.11.8)「ホタテ貝殻、海底の砂に-青森・野辺地港で来月調査」では、その記事中で「全国で年間65万トン」としている。

なお、ホタテについては、農林水産省『漁業・養殖業生産統計年報』から北海道のホタテ生産シェアを算出し、北海道のホタテ貝殻発生量(第1表参照)から推定した。またカキについては、同年報の殻付き換算生産量とむき身生産量の差を貝殻発生量とみなした。

(2) 廃FRP船

今後大きな課題となりそうなのが、FRP (Fiber reinforced plastic: ガラス繊維強化ブ

ラスチック)船の廃船処理であろう。FRPは、多量のガラス分を含み、破碎や燃焼が困難で、プラスチックのなかでも最も処理困難なものの一つとされている。水蒸気熱分解法等の新しい技術の開発も進められているが、粉碎、埋立て、高温焼却等による処理が現状といえる。

わが国漁船約32.5万隻のうちFRP漁船は約30.5万隻(約93.7%)を占める状況(水産庁『漁船統計表』02年末時点)であり、このほかにもプレジャーボート等レジャー用FRP船も30万隻程度あるとされている。FRP船は60年代後半に登場し、70年代から80年にかけて急速に普及している。現在使用されているFRP船の多くは80年前後に建造されたもので、使用年数は20年を経過している。FRP船の寿命は、設計や加工技術の向上により近年でこそ約50年ともいわれるが、かつては20年ないし30年とされて^(注7)いた。こうした事情から、今後急速に廃船が増加するものとみられている。

廃FRP漁船は産業廃棄物（廃プラスチック）であり、「廃棄物の処理および清掃に関する法律」（廃棄物処理法）により事業者である漁業者が自らの責任において適正に処理しなければならないと定められている（法第3条）。とはいえ、個人では処理できず廃棄物処理業者に依頼することになるが、処理費として1トン当たり10万円程度^(注8)かかるとされており、廃業の場合その負担は大きい。

また、プレジャーボート等については、一般廃棄物として市町村が処理することになっているが、大きさや処理の難しさから市町村もその対応に苦慮している。このため、個々の所有者が処理費用を負担して産業廃棄物処理事業者に処理してもらうというのが現状とされる。

『循環型社会白書』（2004年版）によれば、03年に新たに確認された不法投棄廃船は884隻（プレジャーボート487隻、漁船333隻、その他64隻）であり、このうちFRP船が約78%（686隻）を占める。プレジャーボートに限れば、その約93%（452隻）がFRP船である。さらに、同年に確認された不法投棄廃船1,582隻のうち同年中に撤去されたものは867隻（約55%）にとどまるなど、FRP船を中心とする不法投棄廃船が大きな社会問題となっている。

こうした事情を背景に、国土交通省は、00年度から4年がかりで「FRP廃船高度リサイクルシステム構築プロジェクト」に取り組んできた。内容としては、経済的なりサイクルシステム（粉碎し、ガラス織

維はセメント原料として、プラスチック樹脂は燃料として同時利用）、リユース可能な標準化船（劣化部品のみ交換、使用可能部品の再使用等リデュース、リユース、リサイクルを考えた構造、材質）、リサイクル制度（FRP船リサイクル法による義務づけ）^(注9)の構築としている。今後の実用化に向けた動きが注目される段階にあるといえよう。

（注7）愛澤（2004）6頁

（注8）愛澤（2004）56頁

（注9）国土交通省ホームページ海事関係報道発表資料「FRP廃船高度リサイクルシステム構築プロジェクト平成15年度報告書について」（2004.6.7）および日本経済新聞「プリズム現代 - リサイクル最新事情」（2004.5.19）

（3）発泡スチロール

一般に発泡スチロールと呼ばれるものには3種類あり、それぞれ製法や用途が異なる^(注10)。このうち、主に漁業に係るのはEPSである。EPS出荷量19万3千トン（03年）の約50%が魚箱用途という状況であり、養殖資材（フロート）も含め、相当量が漁業関係に利用されている。発泡スチロール資源化協会によれば、EPSのリサイクル率は65.6%（03年）という状況^(注11)であり、05年の目標値70%達成に向け着実に前進している。

用途の約半分を占める魚箱の回収は、主に全国の卸売市場に設置した処理施設を通じて行われている。卸売市場あるいは専門業者が設置した処理機で溶融・固化し、インゴットとして再生専門業者に販売されている。年間約3万5千トンを取り扱い、再生資源化シェア80%を占めるといわれる最

大手の再生専門業者によれば、こうしたルートでの再生原料仕入先は築地市場ほか全国の中央卸売市場や公設市場等300か所に上るとしている（<http://www.panachemical.co.jp>）。

食品に用いる容器については、衛生面からリサイクルEPSは認められておらず、再生原料として香港等に輸出され、ビデオテープのケース等に使用されている^(注12)。このほか、ハンガー、定規・クリップ、玩具、プランター、合成木材等々、さまざまな用途に利用されている。

近年の市場外流通の増加等により、産地からスーパー等量販店への直送が増えている。発泡スチロールのリサイクルにおいては、今後こうした流通の変化に対応した新たな回収システムの構築が課題となろう。また資源や環境問題等の視点からは、生分解性プラスチック等他の素材への転換も将来的な課題といえるかもしれない。現に、宮崎県では、トウモロコシ原料のバイオマスプラスチックを魚箱などに利用する導入試験が行われている。3倍程度のコストが課題とされているが、05年4月以降の本格導入を目指しており、漁業関係団体の環境問題への取組みの一つとして、今後の動向が注目される。

（注10）主に魚箱や緩衝材に使われる「ビーズ法発泡スチロール」（EPS）、主に食品トレーなどに使われる「ポリスチレンペーパー」（PSP）、主に断熱建材に使用される「押しボード」（XPS）の3種類である（発泡スチロール再資源化協会のホームページより）。

（注11）回収対象量17万3千トン、リサイクル量11万4千トン弱。内訳は、マテリアルリサイクル（使用済み発泡スチロールをインゴットやペレッ

ト、Rビーズなどに加工し、原料として再利用するリサイクル方法）6万8千トン、サーマルリサイクル（重油なみの高い燃焼エネルギーを持つ発泡スチロールの特長を活かし、使用済み発泡スチロールを燃焼させてその熱エネルギーを再利用するリサイクル方法）4万5千トン弱となっている（同）。

（注12）プラスチック原料、添加剤、加工、食品、流通業等の関係業界を包括するポリオレフィン等衛生協会の自主基準。同協会は、食品用に使用されるポリオレフィン等プラスチックの衛生性、安全性確保のために設立された業界団体であり、食品に使用できるプラスチックの成分と添加剤を表にした「ポジティブリスト」等を公表している。

2 食品廃棄物のリサイクル

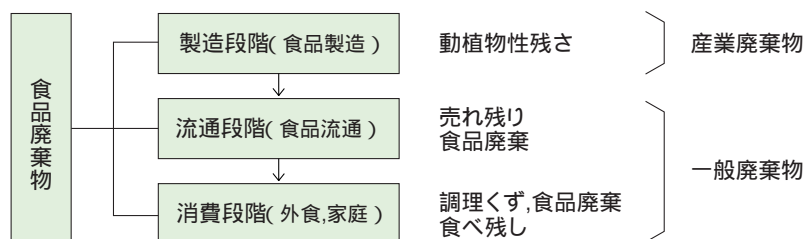
食品リサイクル法では、同法第2条第2項において食品廃棄物を次のように分類しており、本稿で主にとりあげる水産系残滓も、食品廃棄物として位置づけられる。

第1号	食品が食用に供された後に、または食用に供されずに廃棄されたもの
第2号	食品の製造、加工又は調理の過程において副次的に得られた物品のうち食用に供することができないもの

環境庁のホームページでは、こうした食品廃棄物の分類について、概念図（第1図）とともにその発生と処理状況（96年）についても説明している（第4表）。これによれば、食品廃棄物の発生量は年間1,940万トンで、家庭から排出される家庭系一般廃棄物が最も多く、次いで事業系一般廃棄物、産業廃棄物の順となっている。

一方、これらのリサイクルは産業廃棄物（再生利用率48%）を除いてほとんど行われ

第1図 食品廃棄物の分類



資料 環境庁ホームページ

第4表 食品廃棄物の発生および処理状況(1996年)

(単位 万トン, %)

	発生量	処 分						再生 利用率
		焼却・ 埋立	再生利用				計	
			肥料	飼料化	その他			
一般廃棄物	1 600	1 595	5	-	-	5	0.3	
事業系	600	598	2	-	-	2	0.3	
家庭系	1 000	997	3	-	-	3	0.3	
産業廃棄物	340	177	47	104	12	163	47.9	
合 計	1 940	1 772	52	104	12	168	8.7	

資料 環境省ホームページ『15年版環境統計集』第3章物質循環「食品廃棄物」

ていない状況である。すなわち、リサイクルされている食品廃棄物は168万トン（発生量の9%）にとどまっており、残り91%は焼却・埋立処分となっている。なお、リサイクルの内容としては、飼料化、肥料化が全体のほとんどを占めている。

水産系残滓のなかで大きな比重を占める魚類残滓についても同様であり、主としてフィッシュミール加工というほぼ同一の方法でリサイクルされている。次節以降、魚類残滓にかかるリサイクルの現状を詳細にみることにする。

3 魚類残滓のリサイクル

魚類残滓にかかるリサイクルでは、次節

でとりあげるフィッシュミール加工が大きな比重を占める。とはいえ、加工産地等では有用成分の一層の利用を図る動きもみられ、事業化が実現するなど、動きは加速しつつある。本節では、そうした取組みの現状を中心に整理する。

(1) 機能性素材等の製造

魚類残滓には、DHA（ドコサヘキサエン酸）やEPA（エイコサペンタエン酸）などの高度不飽和脂肪酸が多く含まれている。これらは、コレステロールや中性脂肪

の低下、血栓予防などに効果があるとされ、健康食品向けとして注目されている。ちなみに、DHAの市場規模は、すでに200億円を超えるといわれている。こうした魚類残滓の脂質を利用するリサイクルのほか、サケの皮や魚のウロコに含まれるコラーゲン、サケ頭部軟骨のコンドロイチン硫酸、カニやエビの甲殻に含まれるキチン・キトサン等、有用成分の有効利用に向けた動きも具体化している。筆者知見の範囲で、いくつかの取組事例を第5表に整理してみた。

1968年に技術開発されたカニ殻を利用するキチン・キトサン製造以外は歴史も浅く、事例の多くは概して十分な市場規模を確保するに至っていない。キチン・キトサ

第5表 機能性食品材料製造等の取組事例

企業名	対象商品	具体的な取組内容	事例掲載文献等
枕崎水産加工業協同組合(枕崎市)	DHA(ドコサヘキサエン酸)	・鰹節加工残さから高濃度DHA油を抽出製造	農林公庫『公庫月報』(2002.2)
日本化学飼料(函館市)	DHA,EPA(エイコサペンタエン酸),DNA(デオキシリボ核酸)	・DHA・EPA含有の食品用精製魚油製造 ・サケの白子からDNA(化粧品・食品用および遺伝子工学,光デバイス研究用の高品質DNA)を生産	「アグリバイオ芽吹く北海道-サケ御三家世界へ挑む」(2002.12.13日経産業新聞)
藤井水産(根室市)	コンドロイチン硫酸	・サケ頭部の軟骨からコンドロイチン硫酸を取り出し,栄養食品として錠剤化	同上
井原水産(小樽/留萌市)	コラーゲン,ゼラチン	・サケの皮から原料コラーゲン,ゼラチン製造 ・サケ皮から細胞培養用ゲル開発,再生医療の研究試薬として販売	「地方から変える(5)-廃棄物のサケ皮,宝に変身」(2004.1.24日本経済新聞)ほか
三栄工業(境港/大阪)	キチン・キトサン,グルコサミン	・ベニズワイガニの殻からキチン・キトサンを製造 ・変形性関節症に対応した健康食品グルコサミンも商品化	「フロントランナー注目されるキチンキトサン」(2000.4.30新日本海新聞)
カンダ技工(境港/米子市)	コラーゲン	・魚のウロコからコラーゲンを抽出	「魚のウロコからコラーゲン効率的に抽出する新技術開発」(2002.11.27山陰中央新報)
信田缶詰(銚子市)	コラゲタイト(商品名)	・魚のウロコからコラーゲンとリン酸カルシウムを主成分とする「コラゲタイト」を製造	「栄養補助食がホルモン調整-魚のウロコ ストレス癒す?」(2004.5.25日本経済新聞)
焼津水産化学工業(焼津市)	コラーゲン,グルコサミン,キチン・キトサン	・魚を原料としたコラーゲン,オリゴ糖,グルコサミンなど機能性素材を製造・販売	「焼津水産化学,コラーゲンなど機能性素材を拡販」(2004.5.25日経ネット地域経済ニュース)

資料 表中「事例掲載文献等」を参照

ンについても、年間約1千億トンが地球上で生物生産され、多糖類としてはセルロースに次ぐバイオマス資源といわれながら、これまでは主に凝集材分野での利用にとどまっていた。

しかし、近年、キチンとその関連物質のもつ優れた性質や機能が解明され、健康食品等食品分野、人工皮膚や縫合糸等医療分野、あるいは農業や工業さらには環境分野等、さまざまな分野で利用が行われている。

また、コラーゲンについても、食品や化粧品のほか再生医療等医療分野での需要が見込まれている。従来、牛や豚、鶏などの骨や皮から取り出した動物由来のコラーゲンが主流だったが、BSE問題や動物由来のものよりも低い温度で分子構造が変化する等、海洋性コラーゲンの特徴に着目した

動きも出てきている。

とはいえ、課題も多い。相対的に高い生産コストや水産物特有の臭い除去等技術面^(注13)における課題に加え、原料魚の季節的あるいは日々の漁獲変動や組成変動、さらには鮮度保持等原料に由来する困難性などである。概して十分な市場規模を確保するに至っていない背景にはこうした事情があり、課題解決まで時日を要する現状にあるといえる。今後の動向に注目したい。

(2) 全面食用化に向けた取組み

また、リデュース(発生抑制)ともいえる全面食用化に向けた取組みも行われている。この取組みを行っているのは、柳屋本店(焼津市/鰹節製造)が味の素と97年に共同設立した(株)かつお技術研究所である。

カツオの場合、刺身やたたき、あるいは鰹節という形で食用に回るのは約50%程度といわれ、残りの多くは飼・肥料などにリサイクルされている。同研究所の取組みは、こうした鰹節等の製造過程で生ずる頭、内臓、腹皮などの食用化を図り、「カツオの100%食用化」を実現しようというものである。

現段階での食品化は、「かつお醤油」「かつお魚醤」といった液体調味料やエキス類が主体であるが、血合いや内臓等を原料にした「佃煮」、あるいは食用カルシウム素材なども商品化している。現状は、柳屋本店グループのカツオ年間使用量（約1万トン）のうち未利用部分は3千トン程度ということである。

循環型社会形成に向けた意識の高揚、あるいは企業の社会的責任（CSR：Corporate Socially Responsibility）の重視とともに、こうした取組みも今後増加するものと思われるが、魚類全体となるとその展望は不透明といわざるを得ない。

（注13）コラーゲンやこれから生成されるゼラチンなどは、採算上、畜産物由来の製品に比べ2倍以上の価格が必要といわれている。

4 フィッシュミール加工

前節のとおり、魚類残滓のリサイクルについては、新たな取組みもみられるが課題も多く、当面フィッシュミール加工を中心に考えざるを得ない現状にある。最後に、このフィッシュミール加工の現状と課題について整理する。

（1）全体的な動向

『水産油脂統計年鑑』（（財）日本水産油脂協会発行）によれば、全国のミール工場で処理される原料処理量の9割以上を水産系残滓が占める状況となっている（第6表）。かつては、フィッシュミールの補完的な原料に過ぎなかった水産系残滓が、マイワシ等の漁獲急減を受けて現在では主原料となっているものである。

フィッシュミール工場で生産される主な製品は、フィッシュミール（魚粉）と魚油であるが、このうち魚粉について生産量上位県の状況を第7表にまとめた。ここにも一つの特徴が浮かび上がる。すなわち、北海道、宮城、千葉、静岡、鹿児島という代表的な水産県のなかに、埼玉や大阪というおおよそ水産という概念からはほど遠い意外な府県が混じっていることである。そして、産地県が1980年代後半から90年代初めをピークにおおむね生産量を減らしているなかで、それらの府県の生産量が堅調に推移しているということである。

ここにも第6表でみたフィッシュミール原料の変化が大きく影響している。原料であるマイワシ等の漁獲激減から、かつて石巻等イワシの主要水揚港の背後地に展開していたフィッシュミール工場の閉鎖や撤退が相次いだという事情がある。産地においては、「石巻地方で現在、前浜の魚を原料にフィッシュミールを作っている工場は3社で、最盛期の10社と比べ約3分の1」（2002.10.13付「河北新報」）という状況が現出しているのである。残った工場も、加工

第6表 フィッシュミール工場における原料処理および生産状況

(単位 千トン, 社, %)

		1997年	98	99	00	01	02	03
稼働工場数		66	69	68	67	66	69	68
原料 処理量	ラウンド	84	108	48	20	20	31	71
	残滓	1,022	1,053	1,053	1,039	958	939	976
	計	1,106	1,161	1,101	1,059	978	970	1,047
残滓の割合		92.4	90.7	95.6	98.2	98.0	96.8	93.2
生産量	魚油	73	76	73	70	63	63	67
	魚粉	251	252	249	242	227	222	233

資料 (財)日本水産油脂協会『水産油脂統計年鑑』から作成
 (注) ラウンドとは、イワシ等の魚をそのまま原料とするものをいう。

第7表 都道府県別魚粉生産量

(単位 千トン, %)

	1997年	98	99	00	01	02	03
北海道	57	67	57	49	40	42	53
宮城	24	23	21	21	20	20	23
埼玉	35	36	37	39	38	37	38
千葉	13	14	15	13	13	12	11
静岡	36	39	45	46	43	42	42
大阪	14	8	14	14	12	12	10
鹿児島	12	11	12	13	11	9	10
全国計	251	252	249	242	227	222	233
上位7県シェア	76.4	78.3	79.8	79.9	77.6	78.4	79.8

資料 (財)日本水産油脂協会『水産油脂統計年鑑』

場などから出る魚の内臓や骨などの残滓への原料転換等の対応をしているものの、全国の操業工場数が最盛期の半分程度(03年時点で68工場)に減少するなど、産地における生産環境には厳しいものがある。一方、消費地で排出される水産系残滓を原料とする業者の所在する埼玉県、あるいは大阪府でのフィッシュミール生産量はおおむね堅調に推移している。

(2) 加工産地の事例

M水産加工業協同組合

a 対象とする残滓

当組合のあるM市は、鰹節等節類製造において全国でも最大規模の産地を形成して

いる。当地における鰹節原料の年間調達量は、地区外からの搬入量もあわせ、ここ3年7万トン前後で推移しており、約2万トン程度の加工残滓が発生する。

当組合のフィッシュミール原料は、主に組合員(現在73社)が排出するこの加工残滓であり、魚種としては大半がカツオである。内容的には前処理時に出る生の「魚アラ」と煮上げ後の処理で出る「煮アラ」に区分される。「煮アラ」は、抽油率が高い反面抽出した油に色がつく等酸化の進行が速く、より脱酸処理が必要とされる。こうし

た原料としての違い、あるいは96年に開始したDHA油の分離抽出には魚体の部位別処理が^(注14)前提となることもあり、同年原料の分別集荷を導入した。

原料は有価としており、その集荷は、頭、内臓、煮アラ等分別収容するためのタンク4基を積載した組合所有の車両6台で行っている。原料の鮮度確保や組合員の節加工工程に影響されることから、午前中に集荷が集中するなど繁閑の差が大きい。大手組合員の加工場などの場合、1日に10回程度集荷することもあるという。

(注14) カツオ頭部の眼窩脂肪には、30%前後と高濃度のDHAが含まれている。これを効率的に抽出するため、カツオの頭部だけ別処理している。

b 残滓処理の現状

前述のように、96年の新工場稼働とともに魚体の部位別処理を導入し、高濃度DHA油の分離抽出を開始した。これにより、現在のリサイクル内容はフィッシュミール、ソリュブル（タンパク濃縮液）、魚油、高濃度DHA油となっている。各製品別の生産割合は、原料によっても差異を生ずるが、おおむね原料重量比でそれぞれ26～27%、10%、3～4%、1%である。

当該事業は、17名体制（処理場運営6名、原料集荷11名）で運営されている。処理場（処理能力40トン/8H）は5～20時の間稼働しており、3名ずつ2交代制で運営されている。ほぼ全工程が自動化されており、要員の作業内容は処理工程の監視と出荷時の詰め替え作業程度となっている。1日の処理量は、おおむね60トン程度である。

なお、当該事業は組合事業収入の7割弱を占める規模であり、この事業によって組合運営費の大半を賄っている。当然、採算上の問題はない。

(3) 消費地の事例

F市水産加工公社

a 対象とする残滓

F市では、もともと民間業者が魚類残滓の処理を行っていたが、1962年のフィッシュミール価格の暴落を契機に経営難から廃業し、山中等への不法投棄が社会問題化した。その後も臭気問題発生等の紆余曲折があり、最終的にF市が事業主体（1974年F市水産加工公社設立）となったものである。

処理の対象となっている魚類残滓は、F市を中心とした34市町の鮮魚店、水産加工場、卸売市場で発生する魚滓である。一部加工残滓もあるものの、全体的に雑多な内容となることは避けられず、しかも一般的に鮮度が悪いという特徴がある。従来は、こうした残滓に対し原料代を支払っていたが、98年以降無償としている。01年度の実績では、集荷対象は767事業所、1日当たりの残滓発生量は35.4トンとなっている。これを加工場要員9名体制で処理している。

なお、残滓の集荷は「F魚滓集荷協同組合」が担当している。全体で13人、車両16台となっているが、実態は6社の分担であり、いずれもその規模は零細である。

b 残滓処理の現状

夜間に搬入された残滓の処理は8時30分から開始される。季節や曜日によって搬入される残滓の量は大きく変動するが、年間処理量は約9,800トン（02年度）であり、工場の処理能力60トン/日に対し、33トン/日（1年296日計算）程度の操業状況となっている。

同年度の生産量は、魚粉2,041トン（原料重量比20.8%）、魚油770トン（同7.8%）、ソリュブル（タンパク濃縮液）353トン（同3.6%）となっている。残りの67.8%は水分であり、蒸発分以外は污水处理のうえ工業用水として循環再利用している（余剰のみ排水）。なお、生産物については、大半（83.4%、642トン）をボイラー燃料として自

家使用する魚油を除き、全量製品として販売している。

当事業の採算はとれておらず、収支改善が課題となっている。残滓処理にかかる収支構造の特徴は、流動費部分が少なくほとんどが固定費ということであり、採算ラインとされる66トン/日に向けた処理量の確保を課題としている。

(4) 事例にみるミール事業の課題

a 消費地で劣る採算性

同じフィッシュミール加工という魚類残滓のリサイクル方法を探りながらも、加工産地と消費地とでは経営面で大きな差がある。消費地の場合は、当面フィッシュミール加工しかないという状況にありながら、である。

その理由として、処理場が都市部立地とならざるを得ず、周辺環境対策等設備面や運営面で大きな負担を強いられることが挙げられる。この点については、民間企業の廃業等を受けて、財団法人等公的部門が処理、あるいは大きく関与することとなったケースが多いこともそれを裏付けている。^(注15)

また、原料の違いも指摘することができる。前述のように、養殖産地や加工産地で発生するものは、同一魚種で大量、鮮度も高いという特徴を持つのに対し、消費地で発生するものは、多種類、多様、鮮度も不均一という特徴がある。そして、

第8表 製品別構成の状況

(単位 %)

	魚粉	魚油	ソリュブル	魚粉の品質	
				タンパク値	主たる用途
F公社(消費地)	20.8	7.8	3.6	保証値55%	飼料原料
K組合(消費地)	21~22	10	...	60%以上	養鶏飼料原料
M組合(加工産地)	26~27	4.5	10	55%以上	7割近くが養魚飼料原料
業界平均	22.8	6.5	...		

資料 (財)日本水産油脂協会『水産油脂統計年鑑』、公社資料、組合聞き取りデータから作成

(注) 数値は、処理原料100に対する製品重量割合。

このことが、製品としての歩留り(原料重量比)にある程度の差異をもたらしている(第8表)。フィッシュミール加工技術はほぼ確立し、技術面での違いはそれほどないものと思われるなかでのこの違いは、原料の違いによるものと考えざるをえない。また、原料の鮮度の違いは、酸化の度合いの違いとなって現れ、脱酸処理や脱臭処理の負担となる。さらに、魚粉や魚油の品質、^(注16)価格にも影響する。

(注15)(財)魚アラ処理公社(愛知県)、(財)高知県魚さい加工公社、京都魚アラリサイクルセンター等。

ホームページでの公開データやヒアリングによれば、1日平均処理量はそれぞれ33トン(03年度処理量9,644トン)、23トン(02年度処理量6,802トン)、25~30トン(03年度8,000トン)であり、いずれも採算は確保されていない。

(注16)魚粉の品質(鮮度)は魚粉加工前の原魚の鮮度と密接に関係があるとされる。一般的に、魚は鮮度の低下に伴い肉中にヒスタミンが生成され、魚粉に加工をしてもそのまま残留してしまう。ヒスタミン含有量の高い魚粉は、養魚用飼料としては不向きとされている。

b フィッシュミール事業における課題

フィッシュミール加工における収支構造の特徴は、流動費部分が少なく、ほとんどが固定費とされ、稼働率の確保、処理量の確保が課題となる。産地や加工産地等では、

原料の鮮度や同一魚種で比較的まとまった量という原料事情を生かした対応もあろうが、消費地においてはとりわけ大きな課題となっている。

確かに、「廃棄物処理業者としての補助金と生産物（ミール）の販売で経営的に成立している^(注17)」とされる関東地区の民間業者も存在する。この業者の場合、「1都6県と隣接する2県の約1万8千店舗を対象に水産系残滓を回収」（同）しており、その1日当たりの処理量は数百トンに上る。しかし、大阪府全体での水産系残滓処理量が約100トン/日とされる状況であり、一般消費地での処理量による採算確保（＝相当規模での広域集荷）は容易ではない。

人件費の高さや原料の一層の鮮度低下を招く事業運営等、「民間業者が担うべき事業を公的部門が肩代わりしたことによる非効率性^(注18)」も指摘される。人件費の水準の問題は別にしても、労働生産性の差はあまりにも大きい。ちなみに第8表の事例では、要員1名当たり残滓処理量はF公社3.7トン/日、K組合7.1トン/日、M組合10トン/日という状況にある。こうした点の改善も当然必要であろう。また、設備稼働時間の延長による適正設備規模の引き下げも考えられよう。これらの点も含めて、PFI（Private Finance Initiative：民間資金を使った社会資本整備）やPPP（Public and Private Partnership：官民協力）等、民間活力の活用も一方法であろう。

とはいえ、採算確保は容易ではなく、民間ベース、商業ベースでの残滓処理が経営

的に成立する技術の開発が期待される場所である。たとえば、大都市部では水産流通分野、とくに水産卸売業での発生が多い（前掲第2表参照）という特徴を踏まえた回収・再生システムも考えられる。K組合でも、4分の1程度はマグロのアラという状況としているが、分別処理は行っていない。「この程度の量では、分別処理するよりも一括処理して魚粉全体の品質を高める方が得策」としている。この点の技術開発も含めてということになる。

（注17）中央水産研究所（2002）「水産系残滓処理（リサイクル）の現状と課題」中央水研ニュース No.29

（注18）小林・竹谷（2003）は、愛知県における民間業者と公社との比較において、低い設備稼働率、環境対策の差、労働内容と人件費の差、出荷する製品の差を指摘している。なお、「製品の差」は夜間に搬入された原料の翌日処理（原料鮮度低下）によるものとみている。

しかし、は、埼玉県や大阪府の民間業者の事例もあり、公的部門ゆえの非効率性と断ずることは難しい。むしろ、都市部立地ゆえのものと考えるのが妥当ではないだろうか。

おわりに

魚類残滓のリサイクルにおいて大きな比重を占めるフィッシュミール加工は、消費地立地の事例を主体に、採算面では概して厳しい状況にある。一部加工産地等では、原料の鮮度や同一魚種で比較的まとまった量という原料事情を生かした対応もみられるが、総じて処理対象残滓の内容や発生状況、あるいは成分組成に合わせた回収・処理システムの構築が課題となっている。

（独）水産総合研究センターにおいても、

「地域類型別高鮮度回収システムのモデル開発」と「高度リサイクル技術の開発」を内容とする「水産加工残滓高度リサイクル事業」(水産庁委託事業)に取り組んでいる。この場合、「商業ベースでのリサイクル事業成立」が優先課題であろうし、またそれを可能とする技術開発や政策対応に期待したいところである。

従来は、産地の水揚を起点に、水産物加工あるいはフィッシュミール加工という一連の事業連鎖のなかで地域振興が図られていた。しかしながら、現在では漁獲量の減少や魚価の低迷、あるいは水産加工業の不振等、従来の漁業や水産加工業のみでは経済振興が困難化している地域もある。この点でも、地域における「商業ベースでのリサイクル事業成立」への期待は大きい。

産地等では、フィッシュミール加工困難化の一方で、DHAやEPAなどの脂質の利用、あるいはコラーゲンやコンドロイチン等の有用成分の利用等、魚類残滓を有効に処理しようとする新たな取組みもみられる。いわゆる機能性素材等の製造を中心とする取組みであるが、相対的に高いとされる生産コスト等課題も多く、概して十分な

市場規模を確保するに至っていない。しかし、高齢化の進展や健康志向の高まり等、食品や医薬品に関する分野での需要拡大も期待される。また、こうした分野では、原料に遡っての履歴情報が今後ますます重要になるものと考えられ、養殖魚の加工残滓活用も展望される。

循環型社会構築に向けたさまざまな取組みが、地域振興や活性化にいかなる役割を果たしうるのか、今後の動向が注目される。

<参考文献>

- ・(独)水産総合研究センター中央水産研究所(2002)「水産系残滓処理(リサイクル)の現状と課題」中央水研ニュースNo.29
- ・(独)水産総合研究センター中央水産研究所(2002)「地域別・産業別にみる魚あら発生量の推計」第51回漁業経済学会報告
- ・愛澤政仁(2004)「廃FRP漁船の適正処理とリサイクルに向けて」『水産振興』第437号(財)東京水産振興会
- ・小林富雄・竹谷裕之(2003)「広域的魚腸骨収集システムの革新と公的部門の役割」『農業市場研究』第12巻第1号
- ・発泡スチロール再資源化協会ホームページ
<http://www.jepsra.gr.jp/>
- ・(財)魚アラ処理公社ホームページ
<http://www11.ocn.ne.jp/uoara/>
- ・(財)高知県魚さい加工公社ホームページ
<http://www.pref.kochi.jp/eco/gyosaihp.html>

(主席研究員 出村雅晴・でむらまさはる)

