

道東マイワシの利用配分と加工の方向

加工部 高橋 玄 夫

まえがき

例年七月になると当水試から徒歩で数分の副港の岸壁では、吃水線ギリギリまでマイワシを積んだ巻網船団の運搬船が横着けになる、待機していたタンブカーに手ぎわよくマイワシを積んでいく、マイワシを満載したタンブカーはいずこともなく走り去ってゆくというマイワシ水揚げの光景が見られます。この光景は釧路の夏の風物詩として定着した感があり、マスコミにも取り上げられ、特にテレビではローカル版ばかりでなく全国版にも放映されました。この水揚げされるマイワシの九割以上がフィッシュミールの原料となっています。マイワシを満載したタンブカーの行き先はフィッシュミール工場です。

二〇〇カイリ時代の課題として「限られた資源の有効利用」、特にマイワシ、サバのように多獲される赤身魚の有効利用についてさまざまな議論があり、大きく対立する二つの意見があります。一方は、「フィッシュミールと

して飼肥料に使うよりは、生鮮向けまたは加工品として人々が直接食べるべきだ」というもので、他方「フィッシュミール向けにして一緒に生産される魚油はマーガリンやショートニングの原料となるし、飼料として使うと家畜の肉に、肥料として使うと野菜、果物となり、結局は人々が食べるのだからそれで良い」というものです。ここでは道東マイワシがなぜフィッシュミールの原料となっているのかを、成分、特に脂質の面から、さらに水産庁の大型プロジェクト研究「多獲性赤身魚の高度利用技術開発」の概要を紹介しながら考えてみたいと思います。

利用配分

表一は釧路市におけるマイワシの利用配分をスケトウダラ、サバと対比して示したもので、加工処理の項で飼肥料の下端括弧内は総流通量に対する割合です。マイワシは昭和五十一年に急に獲れるようになりその九割以上が、サバも漁獲されていた頃には約五七%が

フィッシュミール（＝飼肥料）向けとなっています。スケトウダラでは二〇〇カイリ以前では二〇〜四〇%がフィッシュミール向けになっていますが、二〇〇カイリ時代を迎えた昭和五十二年からは漁獲量が減少したこともあり、食用向け利用率（人々が魚を生鮮としてあるいはその加工品を食べる割合で、飼肥料向け割合の逆）が急に上がり、昭和五十三年以降一〇〇%となっています。このような傾向は釧路ばかりでなく全国的なもので、昭和五十四年に全国でスケトウダラが一五五万トン、サバが一四一万トン、マイワシが一八二万トン漁獲されましたが（表二参照）、食用向け利用率はスケトウダラの九〇%以上に対してサバで四五%、マイワシで二〇%になるといわれています。

食用向け利用率を上げるためには、生鮮向けと加工向けが増えればよいことになりすが、鮮魚の消費については本誌四三号で大島氏が述べているように一魚種一〇万トン位といわれており、この量は釧路市に水揚げされるマイワシの量に及ぶものではありません。さらに残念なことに、マイワシは値段も安く栄養面でも優れているにもかかわらず生鮮消費は伸びていません。この理由として消費側では、(i)小骨が多く食べるのに手間がかかる、

表 1 釧路市におけるイワシ、サバ、スケトウダラの利用配分(トン)

区分 年度	魚種	総流通量	魚獲量 移入量	鮮出荷 消費量	加 工 処 理									
					前処理	冷 凍	冷凍すりみ (生すり食)	フィレー	煉製品	缶 詰	乾製品	生すきみ	飼肥料	その他
49	サバ	197,740	197,740 —	12,860		29,520					42,000		112,000 (56.6%)	1,360
	スケトウダラ	582,300	580,260 2,040	46,200	98,800	4,570	170,000	20,400	5,500		7,500	3,700	222,600 (38.2%)	3,030
50	サバ	165,600	160,700 4,900	7,860		30,900					31,800		94,000 (56.8%)	940
	スケトウダラ	490,900	487,900 3,000	36,800	68,400	320	168,000	1,830	5,100		9,000	450	196,900 (40.1%)	4,100
51	サバ	20,900	20,500 400	300	13,300						4,300		2,400 (11.5%)	600
	イワシ	226,700	226,200 500	4,200		10,200					2,400		209,900 (92.6%)	
	スケトウダラ	522,600	494,900 27,700	46,900	100,800	400	248,500	6,700	6,100	100	6,500		100,300 (19.2%)	6,300
52	サバ	9,500	7,500 2,000	200		5,200					3,500			600
	イワシ	362,800	362,300 500	4,300		14,600					4,700		339,200 (93.5%)	
	スケトウダラ	420,800	392,800 28,000	39,800	90,700	250	251,600	2,000	5,200		3,000		24,600 (5.8%)	3,650
53	サバ	8,200	7,700 500	200		6,500					600			900
	イワシ	303,500	303,000 500	4,100		5,400					1,700		292,300 (96.3%)	
	スケトウダラ	241,800	225,000 16,800	22,600	46,000	200	161,200	300	6,600		2,000			2,900
54	イワシ	385,300	384,800 500	4,100		4,100					200		376,900 (97.8%)	
	スケトウダラ	220,700	203,700 17,000	26,800	30,000	400	144,300	3,800	9,100		4,100			2,200
55	イワシ	319,000	319,000 —	3,100		5,200							310,700 (98.4%)	
	スケトウダラ	236,700	226,700 10,000	26,500	33,800	2,900	159,200	100	9,800		2,600			1,800
56	イワシ	418,100	418,100 —	3,100		22,400							392,600 (94.6%)	
	スケトウダラ	276,200	254,200 22,000	48,000	74,350	6,500	132,500	150	11,000		3,200			500

資料：釧路市「釧路市の水産」

表2 全国のマイワシ、サバ、スケトウダラ漁獲量(トン)

年度	魚種	マイワシ	サバ	スケトウダラ
45		16,767	1,301,918	2,346,710
46		57,429	1,253,892	2,707,443
47		57,883	1,189,910	3,035,285
48		296,864	1,134,502	3,020,870
49		351,684	1,330,625	2,855,896
50		526,047	1,318,210	2,677,371
51		1,065,692	978,826	2,445,423
52		1,419,826	1,355,309	1,931,072
53		1,637,380	1,625,865	1,546,176
54		1,817,034	1,414,183	1,551,116

資料：農林水産省統計情報部「漁業養殖業生産統計年報」

マイワシの脂質

生鮮向けが伸びない現状で食用向け利用率を上げるためには、加工向けを伸ばさなければなりません。ではマイワシは加工しやすい魚なのか加工しにくい魚なのか、そしてどのような加工法が合うのでしょうか。一つの魚種の利用・加工を考える場合、その魚種の成分的特徴を把握した上で、長所を伸ばすように、また短所を補うように加工法を適用してゆくのが一般的です。(長所を伸ばすような場合はごく稀で、たいていの場合短所を補うこととなります。なにしろ水産加工の目的が、変質、腐敗しやすい水産物を加工して貯蔵できるようにするという短所を補うものですから)

また骨ごと食べてしまえるほど骨がやわらかくない、ii)魚臭がすぐ出る、iii)焼くにしても煮るにしても調理に手間と時間がかかる、iv)焼くとなると煙が出る、最近の住宅は断熱効果を高めるため気密性が良いため、煙がなかなか外に出ず、家全体に煙がこもり魚くさくなる、v)子供たちが不器用になって魚をうまく食べられない、などで、一方流通販売側では、値段が安いために利益の幅が小さいため扱いたがらない、ことが指摘されています②。

マイワシはサバと同様赤身魚と呼ばれるグループに属し、タラ類、カレイ類など白身魚と呼ばれるグループとは成分的に非常に違っています。表三に白身魚に属し多獲魚であるスケトウダラとマイワシとサバの標準的な成分を示しました。表からスケトウダラは水分が多く脂質(=脂肪)が少ないのに対し、マイワシ、サバは水分が少なく脂質が多いことが一目でわかると思います。実はこの脂質が多い魚種は加工しづらいとされています。そ

表3 スケトウダラ、サバ、マイワシの成分(g)

魚種	成分	水分	脂質	たんぱく質	灰分
スケトウダラ		82.7	0.4	15.7	1.2
サバ(フィレー)		62.5	16.5	19.8	1.1
マイワシ(フィレー)		64.6	13.8	19.2	1.9

資料：科学技術庁資源調査会編「四訂日本食品標準成分表」

れは魚の脂質が空気の下では非常に不安定で変質しやすいからです。ここで少し脂質について述べたいと思います。

脂質(Lipids)という言葉は従来は生化学法面で使われていたもので、近年は食品関係でも使われるようになってきました。その定義は厳密なものではありませんが、ここでは油

脂ならびにそれに関連した物質の総称⁽³⁾とします。なお油脂とは脂肪油 (Fatty oils) と脂肪 (Fats) の総称で、常温で液状のものを脂肪油といい、固体状のものを脂肪といっています。



図1 油脂の分類(4)

す。油脂はそれらを含むものや性質の違いから図一のように分類されています。この分類は従来から農産、畜産、水産さらに油脂を利用する工業などで使われているものです。脂質を構成する主要な成分は脂肪酸と呼ばれる化合物です。一般式は $R \cdot COOH$ です。R は炭素原子が鎖状になって全体として棒状となっており、炭素原子一個に二個の

水素原子が結合して(末端の炭素原子には三個の水素原子が結合している)、鎖を作っている炭素原子の数は四個から二十個以上のものまでさまざまです。脂肪酸はCの部分に二重結合(—C=C—)がないものは飽和脂肪酸と呼ばれ、二重結合があるものは不飽和脂肪酸と呼ばれています。表四に主な飽和脂肪酸を、表五に同じく不飽和脂肪酸を示しましたが、脂質の性質は構成する脂肪酸の種類や

表4 主な飽和脂肪酸

慣用名	炭素数	主な所在
酪酸	4	バター脂肪
カプリル酸	6	ヤシ油、パーム核油
カプリン酸	8	" "
カステロール酸	10	ヤシ油
ラウリン酸	12	ヤシ油、パーム核油
ミリスチン酸	14	" "
パルミチン酸	16	すべての動植物油脂
ステアリン酸	18	" "
アラキジン酸	20	ラックセイ油
ベヘニン酸	22	" "
リグノセリン酸	24	" "
セロチン酸	26	ミツロウ、カルナウバロウ
モンタロウ	28	モンタロウ
メリシ	30	ミツロウ

量によって左右されます。一般に二重結合は反応性に富む部分ですが、不飽和脂肪酸の二重結合も同様で、空気すなわち酸素が存在すると二重結合の隣に—OOH(ヒドロペルオキシド基)を生成し過酸化物というものになります。過酸化物は生成されると蓄積もされずが、それ自身分解してアルデヒドやケトンと呼ばれる物質を生成します。これら一連の過程は自動酸化と呼ばれており、模式的に示すと図二のようになります。脂質の自動酸化が進んでゆくと、それを含む原料やその加工品は着色、着臭するようになります。これを油焼けと呼んでいます。

表六にマイワシ、豚脂、大豆油の脂肪酸組成を示しましたが、マイワシでは炭素数も多くまた二重結合の数も多い脂肪酸より構成されているのがわかります。この傾向はマイワシばかりでなく他の魚についても同様であることがわかっていきます。脂質の自動酸化の速度は、構成する脂肪酸の二重結合の数が多いほど速くなります。このため魚肉は家畜の肉などよりも脂質の自動酸化、ひいては油焼けが速くなるわけです。魚の場合油焼けしやすいかしにくいかは、脂質を構成する脂肪酸にもよりますが、何といたっても脂質の量が決定的な要因となります。一般に魚体の成分は、

表 5 主な不飽和脂肪酸

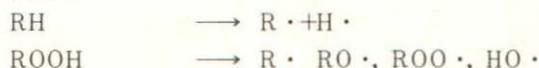
慣 用 名	炭素数：二重結合の数	二重結合の位置	主 な 所 在
二重結合 1 個のもの			
カプロレイン酸	10:1	9	牛乳脂肪
リ ン デ ル "	12:1	4	クロモジ油
ミリストレイン "	14:1	9	鯨油、牛乳脂肪
パルミトレイン "	16:1	9	植物種子油、海産動物油
ベトロセリン "	18:1	6	パセリ種子油
オレイン "	18:1	9	ほとんどすべての油脂
バクセン "	18:1	11	動物脂肪、乳脂肪
ガドレン "	20:1	9	海産動物油
エイコセン "	20:1	11	ナタネ油
セトレン "	22:1	11	海産動物油
エルシン "	22:1	13	ナタネ油
セラコレ "	24:1	15	脳脂質、サメ肝油
二重結合 2 個のもの			
リ ノール酸	18:2	9、12	植物種子油
二重結合 3 個のもの			
ヒラゴン酸	18:3	6、10、14	イワシ油
リノレン "	18:3	9、12、15	アマニ油他植物種子油
二重結合 4 個以上のもの			
モロクチン酸	18:4	4、8、12、15	イワシ油
アラキドン "	20:4	5、8、11、14	動物リン脂質
クルパノドン "	22:5	4、8、12、15、19	イワシ油
ニ ツ ン "	24:6	4、8、12、15、18、21	"
共 役 酸			
エレオステアリン酸	18:3	9、11、13	キリ油
三重結合のあるもの			
タリリン酸	18:1	6	タリリ脂

季節、栄養、生殖周期によって異なり、マイワシ、サバなどの赤身魚では脂質含量の変動が大きいことが知られています。日本近海のマイワシは四回遊系群に分かれており、道東マイワシは太平洋系群に属し索餌回遊期にあ

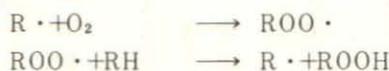
またマイワシは体内に脂質を蓄積する場合、

筋肉へも蓄積しますが、内臓と皮下脂肪組織へ蓄積する割合が高くなります。この皮下脂肪組織は食べた時に異和感を与えるばかりでなく、これに含まれる脂質は筋肉の脂質に比べて非常に酸化されやすいため、また表面に近いこともあり油焼けを起こしやすい部分となっています。道東のマイワシは皮下脂肪組織が発達しており、側線直下の厚さで一・〇〜二・五mmにも達することが知られています。

反応開始



継 続



停 止

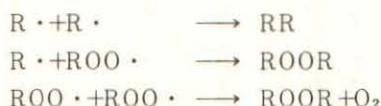


図 2 脂質の自動酸化

表6 マイワシ、豚脂、大豆油の脂肪酸組成

試料	マイワシ ⁽⁵⁾ (普通肉)	マイワシ ⁽⁵⁾ (血合肉)	マイワシ ⁽⁵⁾ (皮下脂肪層)	豚脂 ⁽⁶⁾ (腹部)	大豆油 ⁽⁷⁾ (食用)	
屈析率N ²⁰ ヨウ素価 (ウイス法)	1.4903 188	1.4869 185	1.4807 154	1.4632 71.0	1.4732 131.9	
脂 肪 酸 組 成 (%)	C10:0	—	—	Tr.	—	
	C12:0	—	—	0.1	—	
	C14:0	3.7	4.9	8.6	1.4	—
	C15:0	0.5	0.4	0.9	—	—
	C15:1	0.1	0.1	—	—	—
	C16:0	19.1	18.0	16.3	23.8	12.2
	C16:1	2.6	3.9	3.9	3.0	—
	C17:0	0.9	1.2	1.5	0.4	—
	C17:1	0.4	0.7	0.5	0.2	—
	C18:0	4.4	3.6	3.2	15.7	3.8
	C18:1	7.7	9.6	11.2	39.4	22.8
	C18:2	1.2	1.4	1.6	12.8	53.7
	C18:3	—	—	—	1.4	6.4
	C20:0	0.6	0.7	0.8	0.1	—
	C20:1?	6.3	7.6	13.2	1.7	—
	C20:4 _{ω6}	1.2	1.1	0.9	—	—
	C20:5	8.2	9.8	7.8	—	—
C22:1	5.0	5.6	10.2	—	—	
?	2.2	2.3	2.5	—	—	
C22:5	1.5	1.5	1.6	—	—	
C22:6	34.4	27.6	15.3	—	—	

(表中例えばC₁₈:2という表わし方は、C₁₈が炭素数18個で、2が2重結合が2個あることを示している)

表7 道東マイワシの成分⁽⁹⁾ (%)

		一年魚	二年魚	三年魚
フ イ レ ー	水分	58.6~62.6	53.2~60.2	54.0~63.0
	粗脂肪	17.6~22.0	21.0~29.3	18.0~27.8
	粗たん白質	17.7~18.8	16.0~18.0	16.4~18.0
	灰分	1.1~1.3		

加工の方向

同じマイワシでも脂質が少なくなれば油焼けの心配も少なくなり、加工用原料としてみた場合はほぼ白身魚と同じといえます。では道東マイワシのように多量の脂質を持っているものの加工はどのようなものがあるか考えた場合、方向としては大きく二つになると考えられます。

一つは多量の脂質を含んだままの加工です。この場合、脂質が酸化されやすいため、できるだけ空気との接触時間を短かくするか、接触を断つように、しかも低温で加工する必要があり、貯蔵流通に際しても空気との接触を断つように、例えば真空包装、ガス包装、脱酸素剤を入れて包装するなどして、低温できれば凍結保管して貯蔵流通させる必要があります。さらに多量の脂質に由来するくどさを消すために、香辛料、調味料の使い方も重要となってきます。また生鮮マイワシの消費が伸びない理由、特に消費側の理由も考慮すべきでしょう。このような加工は、あらためて機械装置を導入しなくても従来のもので行なうことができると思いますが、製造工程が複雑になるため大量処理には向かないと考えられます。ではもう一つの方向となると、多量

の脂質を何らかの方法で脱脂（正しくは減脂と思うが）して、しかも大量に処理するということになります。この場合ですと、脱脂したあとのものは、脂質の酸化や食味の問題がほとんど心配ないため、以降の加工には自由さが出てくるため次の加工の原料と考えることもできます。このようなものを素材と呼んでいますが、これについては水産庁が昭和五十二年から行なっている「多獲性赤身魚の高度利用技術開発」という大型プロジェクト研究の大きな柱が素材化になっていきますので、その概要を紹介します。

一、冷凍すり身製造技術

図三にスケトウダラ冷凍すり身の製造工程を示しましたが、マイワシ冷凍すり身の製造工程もこれとほぼ同じです。脂質は水に溶けず比重も小さいため、脂質を多量に含んだ肉を水晒しすると、脂質は浮上し肉は沈むため脂質と肉を分離することができます。ですからマイワシの場合水晒し工程は脱脂工程も兼ねることになります。両者の製造工程で大きく異なるのは、水晒し工程で使う水です。スケトウダラでは清水（主に水道水）を使うのに対し、マイワシでは炭酸水素ナトリウム溶液を使うことです¹³⁾。マイワシは表層回遊する活動性に富む魚で、その筋肉中にはエネ

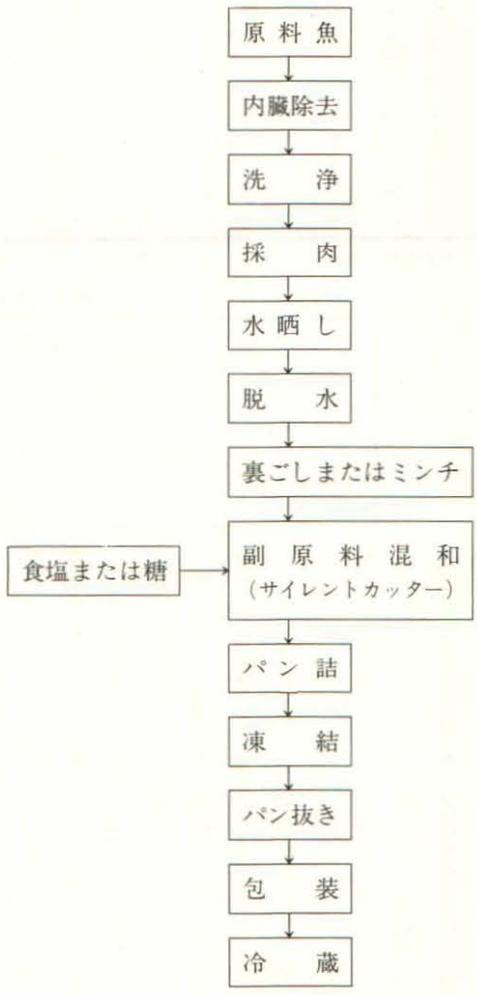


図3 スケトウダラ冷凍すり身製造工程

ルギー源としてグリコーゲンという多糖類に分類される物質を多く持っているため、死後グリコーゲンの分解により生成する乳酸の量も多くなり¹⁴⁾、肉のpHは五・六〜五・八と微酸性になります¹⁵⁾。一方肉の主要なタンパク質である筋原繊維タンパク質は、肉のpHが中性付近からpH六と酸性側になると変性が非常に速くなることが明らかにされています¹⁶⁾。筋原繊維タンパク質の変性が進んだ魚肉は保水性を失い、かまぼこにはなりにくくなるため、冷凍すり身原料としては使用できません。このためできるだけ早期に肉のpHを中性付近に調整する必要があるためです。

冷凍すり身製造技術に関してこの研究の中で四つの方法が提案され、量産試験が終了し、企業化の問題点の検討及び製品に対する評価も十分に行なわれています。残された問題点は、原料鮮度を延長するための鮮度保持技術、小型魚の利用、製品の品質管理と規格化、脂質を多量に含む廃水の処理システムの確立などです。

二、冷凍フィッシュブロック製造技術¹⁷⁾

この技術は白身魚、特にスケトウダラで確立されていますが、マイワシに適用する場合、脱脂と結着に問題がありました。脱脂については、マイワシの皮は熱水により容易に剥ぐ

ことができるため、熱が肉まで浸透しないよう短時間熱水シャワーにより剥皮を行ない、冷却後露出された皮下脂肪層をブラッシングにより除去することで解決されました。その後自動調理機によりファイレーとし、これを積み重ねて圧力をかけて凍結するもので、結着も少量の食塩の添加により解決されました。製造工程を図四に示しました。この製品は脂質に由来するくどさもなく、冷凍魚を使用できる利点があります。問題点は多量の脂質を含む廃水の処理です。

三、マリンビーフ製造技術¹⁶⁾

マリンビーフは魚肉をエタノール処理して畜肉様のテクスチャーを持つようにした乾燥

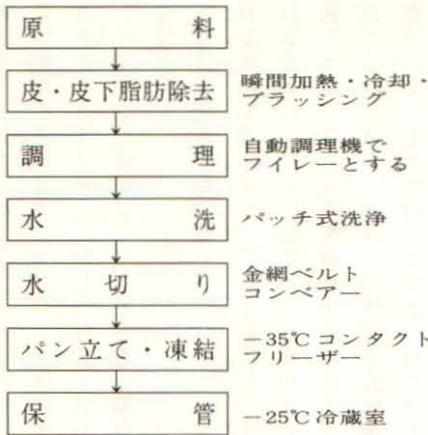


図4 マイワシフィッシュブロック製造工程

品で、スケトウダラを原料とする場合にはその技術は確立されていました。マイワシを原料とする場合、エタノール処理の温度を上げ、回数を増すことにより脱脂を行なっています。この製品は約四倍に水戻しができ、貯蔵性が良いなどの利点がある反面、エタノールの回収にコストがかかる、製品単価が高い、副産物の利用法などの問題があります。製造工程を図五に示しました。

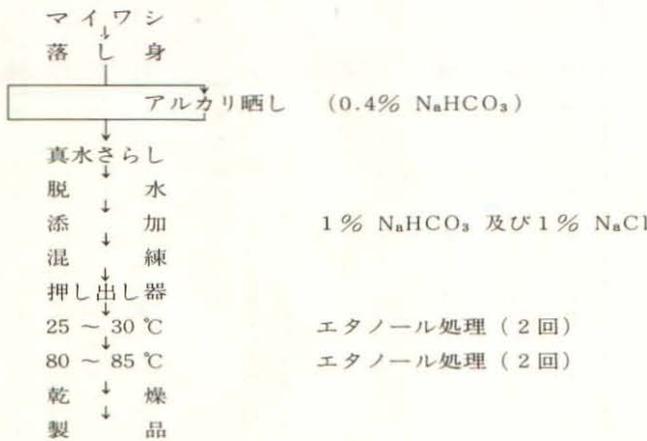


図5 マイワシマリンビーフ製造工程

素材開発は大量処理が前提となりますが、マイワシはスケトウダラに比べ魚体が小さく対象とする大きさはほとんどが体重一〇〇g以下のため、魚体処理を人の手でこなすにはとても間に合わないためどうしても高速の自動調理機が必要となります。日産一〇トンのすり身工場では四〇トンのマイワシを処理することになりますが、尾数に換算すると四〇万尾以上になります。現在五〇〇尾/分の機械が開発されていますが、四〇万尾処理するには三台必要となります。

以上三つの素材開発について脱脂の方法や問題点を簡単に述べましたが、これらは技術的検討を終え、生産の見通しが付いている段階にあります。しかし、現実には脂質を多量に持つ道東マイワシはフィッシュミール向けとなっています。それはこれらマイワシの素材開発が水産加工業の基盤の上にあるためには自動調理機をはじめと多くの設備投資を必要としますが、設備投資に対して大きく三つの危惧があるためではないかと考えられます。

一つは製品に対する需要がどうかという問題です。スケトウダラの漁獲が減少したとはいえ、スケトウダラを原料とした素材製品(特

に冷凍すり身、フィッシュブロック)には安定した需要があります。マイワシの素材製品はスケトウダラのそれに対して価格をはじめとして絶対的に優位に立てる点がない現状にあります。

二つ目は廃水処理問題です。仮にマイワシ素材製品に需要があり、製造工程に対して設備投資を行なっても、製造工程より出てくる脂質を多量に含む廃水を現行の廃水処理システムで処理できるかどうかです。もし処理できなければ、廃水処理システムに対しても新しく設備投資が必要となります。

三つ目は不安定な資源状態です。マイワシは歴史的にみて急に獲れたり獲れなくなったりしているため、せっかく設備投資しても急に原料がなくなるのではないかと不安があります。

マイワシの素材製品製造技術に対してフィッシュミール製造技術は、大量処理が可能なことはもちろん、廃水、廃棄物が出ないほぼ完成された技術といわれています。また製品のフィッシュミールは国際市況に支配されているため価格の変動が大きいものの安定した需要があります。そして釧路市のフィッシュミール産業はマイワシが急に獲れ出す昭和五十一年以前より確立された産業であった。さ

らに水揚げされるマイワシは特に脂質が多く加工しにくい。この辺に釧路市に水揚げされるマイワシの九割以上がフィッシュミールに向けられている理由があると考えられます。

参考文献

- (1) 藤井 豊・多獲性赤身魚の有効利用(日本水産学会編)、恒星社厚生閣、東京、一九八一、P七六―七七。
- (2) 太田静行・魚の値段、ニューフードインダストリー、二五、No二、五八―六三(一九八三)。
- (3) 原田一郎・改訂増補油脂化学の知識、幸書房、東京、一九八〇、P一―二。
- (4) 桑田 勉・改稿油脂化学、岩波書店、東京、一九六九、P一―四。
- (5) ガスクロデータ小委員会・いわし油の脂肪酸組成、油化学、二八、九三三(一九七九)。
- (6) ガスクロデータ小委員会・豚脂の脂肪酸組成、同誌、二七、五五六(一九七八)。
- (7) ガスクロデータ小委員会・大豆油の脂肪酸組成、同誌、二七、八八六(一九七八)。
- (8) 村上幸一・魚―その資源・利用・経済(川崎健・河端俊治・長谷川彰編)、恒星社厚生閣、東京、一九八〇、P五一―六四。
- (9) 佐々木政則・相沢 悟・道東産マイワシの利用に関する試験、北水試月報、三五、No七、一九―二五(一九七八)。
- (10) 河内正通・多獲性赤身魚の有効利用(日本水産学会編)、恒星社厚生閣、東京、一九八一、P四五―四六。

- (11) 山田充阿弥・マイワシ体各部の脂質の酸化、東海水研報、No九九、二二―二九(一九七九)。
- (12) 相沢 悟・佐々木政則・道東産マイワシの利用に関する試験、北水試月報、三五、No七、一九(一九七八)。
- (13) 志水 寛・晒し肉の製造法、特許公報、昭和四〇―二二二二四。
- (14) 石川宣次・中村邦典・藤井 豊・マイワシのねり製品化および冷凍すり身化試験―I、原料鮮度および魚体処理法の影響、東海水研報告、九〇、五九―六六(一九七七)。
- (15) 石川宣次・中村邦典・藤井 豊・山野玄三・杉山豊樹・篠崎和夫・飛田 清・山口安男・マイワシのねり製品化および冷凍すり身化試験―III、漁獲直後における原料の低温管理およびpH調整の影響、同誌、九九、三一―四二(一九七九)。
- (16) 橋本昭彦・新井健一・数種の魚類の筋原纖維(G-ATPase)の安定性に及ぼすpHと温度の影響、日水誌、四四、一三八九―一三九三(一九七八)。
- (17) 裨田福二・伊東 克・毛利善治・山野玄三・杉山豊樹・昭和五四年多獲性赤身魚の高度利用技術開発・水産加工廃棄物等利用技術開発研究成果の概要(水産庁)、P三六二―三九〇(一九八〇)。
- (18) 鈴木たね子・同誌、P二四三―二五二(一九八〇)。