冷凍すり身の昨日、今日、明日

北上 誠一*

Frozen Surimi in Hokkaido

KITAKAMI Seiichi*

** National Surimi Manufacturers Association
Aburatsubo-Shi, Hokkaido 093*

1. はじめに

冷凍すり身が開発され、初めて生産されてから36年が過ぎた。冷凍すり身は北海道網走管内の水産加工のなかでも生産量が多く、また網走市が冷凍すり身発祥の地の一つでもあることから、今回は冷凍すり身の昨日、今日、明日について述べる。

2. 冷凍すり身の生い立ち

冷凍すり身とは、鮮魚の頭部及び内臓を除去し、洗浄した後、可食肉を皮及び骨から機械的に分離して得られた魚肉落とし身をさらに洗浄、精製、脱水し冷凍変性防止剤を混合して凍結したものであると、FAO/WHO合同食品規格計画CODEX食品規格委員会に日本が提出した冷凍すり身取扱規範案の中で定義されている。そもそも冷凍すり身は、1960年当時北海道立水産試験場の西谷・武田らが、北海道で多獲されタラコを採ったあとの通称ガラと云われ利用価値の低かったスケトウダラを有効利用するため、水産練り製品の原料となる無塩冷凍すり身を開発し、1963年に特許が成立した。これにより北洋に眠っていた豊富なスケトウダラの利用が可能となり、機船底曳き船の北洋転換が進み、いわゆる北転船が急増した。また同じ頃、京都大学の池内・清水が魚肉の塩ずり肉の保存方法として加塩冷凍すり身を開発した。その当時水産練り製品業界では、原料が不足しはじめ、これにかわる新しい原料を模索していた時代であり、その後冷凍すり身の生産量は急増した。

冷凍すり身の生産量の推移をみると、図1のように1960年に網走の3工場と余市の1工場の計4工場ではじめて生産されたが、その年の生産量はわずか250tだった。1965年には大手水産会社が洋上加工船で製造する、いわゆる洋上すり身の生産を本格化した。さらに1967年以降北洋における北転船によるスケトウダラの漁獲が急増し、冷凍すり身の生産量も急増した。現在その生産は全世界に広がり、生産量は約50万tにもおよんでいる。

国産すり身の生産量は1976年の42万tを最高として年々減少している。またこの年の工場数は陸上125、洋上22で計147工場が稼働していたが、これ以降工場数は減り続け1995年には陸上19、洋上9の計28工場となり、実にピーク時の5分の1以下になった。これは1977年に米ソ両国が200海里漁業専管水域を実施し、漁業の国際的な規制が強まり、特に1985年以降、米国船の生産が本格化し、さらに1988年にはアメリカとのJ V事業も終り、また新しい漁場のベーリング公海でも資源保護から漁獲が中断され、洋上すり身の生産量は1991年以降2万t以下に激減し、1995年の総国産量は13万tまで減少した。逆に輸入すり身が1981年以降増加し、1995年には26万tも輸入された。

3. 冷凍すり身の特徴

冷凍すり身がねり製品原料として備えている利点は、
①魚肉に耐凍性を付与できること。魚肉のかまばこ形成能の耐凍性は魚種によって大差があり、魚体のまま

図1 冷凍すり身生産量の変遷

ではこれをコントロールできないが変性抑制剤を添加できる冷凍すり身ではコントロールが可能となり、スケトウダラのような耐凍性の弱い魚肉でも長期貯蔵が可能になった。②魚体処理を漁獲地で一括処理するために、ねり製品メーカーは用水確保、魚体処理、排水処理の厳しい制約を回避でき、工程の合理化、コストの低減がはかられた。しかし、反面ねり製品の地方色が薄れた。

4. 冷凍すり身の製造技術・装置の変遷

冷凍すり身の生産は1960年から始まったが、製造装置は当時すでにあった機械を組み合わせ、製造しつつ技術と装置の開発が同時に進められた。冷凍すり身製造の基本工程は、原料魚洗浄、魚体処理、採肉、水晒し、脱水、添加物混合、凍結で開発当初から変わらず、その後各工程の効率化、裏ごし工程の導入、連続運転化が進められた。表1は開発当初からの製造方法のおおまかな変遷をまとめたものだが、もちろん陸上と洋上とは、同種の機械でも導入時期が違いうし、現在でもそれらの間に相違がみられる。

表1中の(1)は、すり身開発当初の製法だが、採肉、水晒し、脱水方法などすべての面で毎年のように改良が行われた。当初フィレで水晒しされていたものが落とし身晒しに変わり、水晒し装置も主動から攪拌装置付きになり、脱水も胴締め油圧プレスから遠心脱水機に変わった。添加物も砂糖、ソルビトール、重合リン酸塩に統一された。製品水分や弾力など、製品の安定性はまだ不十分だったが1965年頃ではほぼ冷凍すり身の基本的な技術がおさえられた。またこの頃洋上すり身の商業生産が始まり、魚体処理機の開発、回転フルイによる水晒し用水の低減、冷却式裏ごし機の開発、脱水用スクリュースプレスの開発が1965年～1970年にかけて行われた。

(2)のように、1970年頃は、洗浄まで同じだが魚肉採取機がスタンプ式からキャタピラ式さらにロール式へと変化した。水晒しも回転フルイを使用し、さらに脱水も、能力、効率の良いスクリュースプレスが導入され、夾雑物除去工程も肉挽き機から裏ごし機に変わった。

現在は(3)のように、さらに改良され1972年には裏ごし機処理より肉温上昇の少ないリファイナー処理が開発

表1 冷凍すり身製法の変遷

(1) 初期1961年当時	(2) 中間期1970年頃	(3) 現在
魚体洗浄……魚洗機 ↓ 魚体処理……手処理フィレー ↓ 洗浄 ……魚洗機 ↓ 魚肉採取……スタンプ式 ↓ 水晒し ……換水式で 3～5回 ↓ 脱水 ……油圧式压榨機 のち遠心分離機 ↓ 挽き肉 ……チョッパー ↓ 添加物混合……らい潰機 ↓ 凍結	魚体洗浄……魚洗機 ↓ 魚体処理……手処理フィレー ↓ 洋上は機械処理 洗浄 ……魚洗機 ↓ 魚肉採取……キャタピラ式 or ロール式 ↓ 水晒し ……換水式槽と回転 フルイの併用 ↓ 脱水 ……スクリュー プレス ↓ 夾雑物除去……裏ごし機 ↓ 添加物混合……リボンミキサー ↓ 凍結 ……コンタクト式 or セミエアー プラスト式	魚体洗浄……除鱗機 ↓ 魚体処理……手処理ドレス ↓ 洋上はフィレー 機械処理 洗浄 ……魚洗機 ↓ 魚肉採取……大型ロール式 ↓ 水晒し ……攪拌タンクと回転フルイ の併用 (予備脱水……スクリュープレス) ↓ 夾雑物除去……リファイナー ↓ 脱水 ……スクリュープレス ↓ 添加物混合……リボンミキサー ↓ or ハイニーダー 凍結 ……コンタクト式 or セミエアー プラスト式

され、現在とはほぼ同様な工程ができあがった。また、この当時陸上工場では北転船によるスケトウダラの漁獲が増大し、その処理として魚の調理をこれまでのフィレ調理から量のこなせるドレス調理にして採肉する、いわゆる“まるがけ”に変わり大量処理大量生産となり現在に至っている。

冷凍すり身製造の特徴の一つ、水晒しは魚肉中に含まれる冷凍変性促進成分の除去や色調の向上のために冷凍すり身製造では最も重要な工程である。陸上すり身の水晒しは3から4回行われるが、洋上すり身では2回しか行われず、さらに1回の用水量もかなり少ない。それにもかかわらず、かまぼこ形成能は洋上すり身が陸上すり身の数倍ある。この差は原料鮮度によるもので、鮮度がよければ過度の水晒しは必要ない。

もう一つの冷凍すり身独自の工程としてリファイナー処理がある。冷凍すり身は、ねり製品の調整済み原料として普及したため、黒皮や小骨、スジ、鱗を除く裏ごし処理が必要だった。当初、脱水魚肉を肉挽機で処理していたものが裏ごし機処理に変わったが、強制冷却式裏ごし機でも肉温が上昇する欠点があった。そこで前述したように1972年から肉温の上昇が少ないリファイナー処理が開発され、はじめ陸上すり身で、1975年からは洋上すり身でも採用された。リファイナー処理では、脱水前のやわらかい晒し肉を一種の高速裏ごし機のようなリ

ファイナーを通して黒皮や小骨、スジ、血合肉などの夾雑物を除去してからスクリュープレスで脱水することで温度の上昇を抑えている。

いままで、冷凍すり身製造技術の変遷について述べたが、製造機械の発達した現在でも、原料の鮮度管理、内臓の完全除去、ドレスやフィレの洗浄といった採肉工程に入るまでの処理をいかに注意してやるかで品質の大半が決定される。

5. 冷凍すり身の色々

冷凍すり身の原料となる魚とそのすり身の特徴について述べる。北海道および一部東北地区で生産されている陸上すり身は、そのほとんどがスケトウダラを原料としている。それ以外には、ホッケ、イトヒキダラ、マダラ、コマイ、ワラズカ、最近ではサケ、ニシン、マイワシも利用される。洋上すり身、西日本のすり身や輸入すり身の原料としては、ホキ、ミナミダラ、ヘイク、グチ類、タチウオ、イトヨリダイ、キンメダイ、マアジ、ハモ、エソ類などが利用される。

(1) スケトウダラ

現在冷凍すり身生産量の大部分を占めるスケトウダラ、その呼び名は昔、佐渡ヶ島周辺で漁獲されたものを佐渡の別名であるスケトウをつけて呼んだのが由来とされている。スケトウダラは寒海性の魚で宮城県以北の太平洋、

山口県以北の日本海全域からオホーツク海、ベーリング海、北米北部にまで分布し、水深50～500mの海の中層に棲んでおり、満1年で体長13cm、満2年で25cm、満3年で33cmになり、10年位生きる。沖合いに棲む回遊魚だが、産卵期に接岸して好漁場を形成する。このすり身は色白く、嫌な魚臭や味もなく、かまぼこの弾力もあり、利用範囲が広い。

(2) ホ ッ ケ

冷凍すり身として年間2万t前後が生産されているホッケは、北海道周辺海域一面に生息している。幼年期をアオボッケとよばれており全長7～8cmで青緑色の体色をしている。生後満1年位の全長20cm前後の少年期のものは、ローソクボッケと呼ばれ、冬季北部日本海やオホーツク海で底引網により大量に漁獲される。鮮魚ではほとんど利用されず価格が安いので、すり身や養殖魚の餌になっている。

ホッケすり身はローソクボッケを原料にしたものがほとんどで色が赤黒く、かまぼこの弾力もやや弱い。しかし、やや型のよいホッケを原料にしたすり身ではスケトウダラ2級並の製品もみられる。ホッケすり身は味が良いことで知られており、冷凍すり身の開発当初からおもに魚肉ソーセージの原料として広く使用されている。

(3) イトヒキダラ

イトヒキダラ冷凍すり身は、国の開発補助事業で製法が開発され、1985年頃から生産されるようになった。イトヒキダラは分類上はチゴダラ科に属し、東北と北海道の太平洋、オホーツク海、千島沖合などに分布する深海性魚類で、全長60cmになり、腹ビレが長く、糸状にのびている。北海道ではふつつヒゲダラと呼んでいる。一見、スケトウダラに似ていて肉は白いが、肉水分が多

く水晒し中に膨潤しやすく晒しの効果が落ちて色がやや赤くなるので注意が必要である。また、脱水もし難く脱水促進用の塩の種類も代える必要がある。イトヒキダラすり身は、非常に坐りが速く、かつ強いので温度管理には充分注意が必要である。

(4) マイ ワ シ

マイワシ冷凍すり身は、青森県や長崎県で製造されており、これも1977年～1982年までの国の開発研究事業として近海で多量に獲れるイワシ、サバなどの多獲性赤身魚の冷凍すり身化試験により開発された。イワシ、サバの特徴として、死後の肉pHが6以下に低下することと、多量に含まれる脂肪や肉色素の除去が難しいことである。pHは炭酸水素ナトリウムなどを用いて高知大の志水が開発したアルカリ晒しでpH調整を行い、脂肪は遠心分離法や静置法などで除去後、酸化防止剤などを添加して製品化している。

すり身の特徴は、かまぼこにしたとき色が黒く、弾力も弱いが、味がいいこと、脂質にEPA、DHAが多いことから、おもに揚げかまぼこに用いられている。

(5) サ ケ

サケ冷凍すり身は、いわゆるブナサケの利用法として近年生産されている。製法はスケトウダラすり身と変わらないが、肉片が微細化して脱水が困難になることがある。この場合カルシウム塩やマグネシウム塩を脱水助剤として使用して脱水している。すり身の特徴は、かまぼこになっても色がやはりサーモンピンクである。

(6) 冷凍すり身の品質

表2は冷凍すり身の魚種別品質の一例だが、スケトウダラすり身でも洋上と陸上ではかなりの差があり、高級かまぼこの原料になるグチのすり身は、やはり弾力が強

表2 各種冷凍すり身の品質

品 種	イトヨリ	ホキ	グチ	タチウオ	スケトウダラSA	スケトウダラ2級	ホッケ	イワシ
水 分 %	77.89	74.13	74.52	78.21	73.76	79.22	77.46	76.76
pH	7.78	7.30	7.40	7.74	7.31	7.76	7.29	7.18
ハンター白度	33.9	39.9	33.6	23.8	28.9	20.4	22.6	10.6
黒皮、外油 分 %	極めて少い	ふつつ	極めて多い	極めて多い	少ない	ふつつ	やや多い	極めて多い
	0.19	0.09	1.84	2.10	0.08	0.06	0.06	1.89
ハンター白度	51.7	50.9	47.6	37.5	48.3	42.5	38.8	19.5
色調	極めて良好	極めて良好	極めて良好	ふつつ	極めて良好	やや良好	ふつつ	極めて不良
押し込み強度g	577	628	796	323	710	270	442	400
凹 み cm	1.40	1.62	1.62	1.12	1.36	1.11	1.10	1.07
足の強さ	強い	極めて強い	極めて強い	やや弱い	強い	弱い	やや弱い	やや弱い
押し込み強度g	1237	609	1184	536	1209	228	352	530
凹 み cm	1.65	1.46	1.51	1.30	1.54	0.95	0.88	1.02
足の強さ	極めて強い	非常に強い	極めて強い	やや強い	極めて強い	非常に弱い	極めて弱い	やや弱い
押し込み強度g	771	697	597	495	1253	371	502	621
凹 み cm	1.47	1.58	1.37	1.31	1.40	1.23	1.17	1.09
足の強さ	非常に強い	極めて強い	強い	やや強い	極めて強い	ふつつ	ふつつ	ふつつ

1. 高温坐り……35℃湯中1時間坐り後煮熟。

2. 低温坐り……10℃気中18時間坐り後煮熟。

3. 弾性測定……レオメータで5mm球形プランジャー使用。

4. 試験日 ……1990.4.10

図2 冷凍すり身製造施設の一例

製造能力20～25 t / 8 時間

い。

6. 陸上すり身の製造工程

図2は1日あたり製品20 t 製造する工場の施設の一例である。

(1) 調理・洗浄

まず漁港に水揚げされたスケトウダラは、トラックで運ばれ、コンクリート製の原魚タンク1に入れ、水氷やバラ氷で貯蔵管理している。原魚タンクの魚はフィッシュポンプ2で水と一緒に吸い上げられ、水切りフルイ3を通過して処理台4に送られドレス調理される。調理形態は洋上工船と陸上工場とでは異なり、洋上の工船では歩留をあまり気にせずに高品質、省力化を主体に開発がおこなわれ機械化が進み、蝶開きフィレに調理している。この洋上すり身の製品歩留は最高グレード製造時で15%以下といわれている。陸上工場ではコストとの兼ね合いから歩留重視で進み、機械化がなされず、ほとんどの工場が手作業で頭と内臓を取っただけのガラと呼ばれているドレス調理としており、現在の陸上すり身の製品歩留は30%前後となっている。

現在でも魚体処理機は、魚体の大きさが不揃いのときロスが多く、魚卵を損傷する率が高く、調理歩留が悪い

など、まだ改良されるべき点がある。ドレス調理した魚は、直ちに洗浄機5で洗浄し、ドレスタンクに貯める。これをフィッシュポンプ7で除鱗機8に送り、洗浄除鱗、水切り後に、魚肉採取機9で採肉される。魚洗機、除鱗機は回転ドラム型と、これに硬質ブラシを取り付けたものや菱形の網目やドラムに工夫を加えたものが使用されている。魚体洗浄除鱗は、陸上工場の調理形態や採肉方法からみて、すり身の品質上重要な工程である。

(2) 採肉

すり身開発当初の魚肉採取機は騒音が大きく採肉能率の悪いスタンプ式を使用し、ついでキャタピラ式、そして今は処理能力の高いロール式魚肉採取機が使用されている。ロール式採肉機では調理した魚体をゴムベルトと無数の孔の開いた鋼鉄製網目ロールの間に挟み込み圧縮しながら採肉する。ロール式採肉機の孔径は一般に直径5 mmが採用されている。孔径が大きくなると水晒し工程での魚肉の損失が少なくなり、すり身の歩留が高くなる。逆にかまばこの白さは孔径が小さい方がやや白い。

採肉した落し身は、次の水晒し工程に送られるがこのとき流水で晒しタンクに移送し、速やかに水中に分散させることが品質上肝心である。

(3) 水 晒 し

冷凍すり身製造における水晒しには、かまぼこ形成能の増強と冷凍変性促進物質の除去の二つの効果が考えられている。水晒しは古くからの技術で、特に1910年以降、小田原かまぼこにみられるような、色が白く、弾力の強いかまぼこを製造していた所で発達した。水晒しによって血液やその他の水溶性タンパク質、脂肪、エキス成分、無機物が除かれ、かまぼこの白さや弾力が改善される。また鮮度低下による悪臭の除去にも効果がある。水晒しはきわめて新鮮な魚肉にも効果があるが、鮮度の低下した魚肉ほど顕著な効果がある。

図2の例では、水晒しタンク(10, 13, 15, 17)と水切り回転フルイ(11, 14, 16, 19)を用いて水晒しが4回行われる。また多くの工場では1回目の水晒し一回転フルイ水切り後にスクリープレス(12)で一度強く水切りをすることで水晒し効率を高めている。晒しタンクは円筒形や舟底形で毎分10~50回転する攪拌機が付いている。回転フルイは、0.3あるいは0.5mmの網目で毎分15~20回転である。水晒しタンクから回転フルイへの晒し溶液の移送は、陸上工場では歩留低下につながる魚肉の微細化を極力抑えるためにピストン式のポンプPが使用されている。

このような連続水晒し工程は、過去に採用されていたバッチ式に比べ能率や効率が良く、すり身の品質も優れていることが確認されている。陸上工場の場合、バッチ式水晒しの工場の総使用水量は、すり身生産量の30~40倍必要だったが、連続式水晒しの工場の総使用水量はすり身出来高の20倍前後であり、かなり節水化がはかられた。その内、晒し用水として総使用水量の約70%が消費されているとの調査報告がある。

冷凍すり身として十分な品質を保持できる水晒し用水量は、図3のようにすり身生産高の10倍量を3回に振り分けて水晒しを行えば充分である。また7倍量でもほぼこれに近い品質は得られるが5倍量にまで減らすと品質は明らかに悪くなる。したがって魚の新鮮さにもよるが、陸上工場の水晒し用水量の下限は、すり身生産高の7倍量位といえる。洋上すり身製造では、造水能力から、また原魚鮮度がきわめて良好なことから晒し用水量はすり身出来高の3倍量以下である。

水晒し温度は、晒し後の水切りや脱水操作の作業性とすり身の品質との兼ね合いから5~10℃が適温である。また、水晒し工程の所用時間は、一般に陸上工場で30~40分である。水晒し用水の水質は、pHが中性付近で飲料水の基準に適合していれば特に問題はないが、カルシウムやマグネシウムは、スケトウダラすり身の品質を

図3 晒し水量と冷凍すり身の貯蔵中の品質

劣化させることが知られており、硬度は炭酸カルシウム換算で、100ppm以下の軟水を使用する。

水晒しを繰り返すと魚肉中の無機イオンが除かれるため晒し肉は著しく水和膨潤し、水切り脱水が困難になる。そのため一般には最終晒しタンクに塩注入装置(図2の18)で、0.1~0.3%の濃度になるように食塩水を添加して晒しを行い水和膨潤を抑え、次工程の黒皮の分離性や脱水性を向上させる。水晒し工程では、微細な肉が水切りフルイから逃げるので歩留を改善するため回転フルイ(網径0.2~0.25mm)などで回収している(図2の25, 26, 27, 28, 29)。

(4) 夾雑物除去

次の工程は、夾雑物除去工程である。スケトウダラすり身製造では、黒皮や筋、血合肉などの夾雑物を脱水前にリファイナー(図2の20)で除去する。以前は脱水後に冷却式裏ごし機で除去していた。また現在でも脱水性の問題からイワシすり身などで使用されている。裏ごし機には、目詰まりなどで能率が悪く発熱が大きい、良肉の損失が多いなどの欠点がある。そのためリファイナーが開発され、すり身の品質や生産性の向上に大きく貢献している。リファイナーは、網目孔径が1.2~1.5mmの円筒スクリーンと入り口がスクリーで先に行くにつれてやや狭くなった羽根のついた回転子と構成されている(写真1)。回転子は250~1000rpmで回転し、柔らかい魚肉と筋、皮を分離する。肉の供給量、水分量、塩濃度、羽根の回転数、羽根と円筒スクリーンとの隙間、網目孔径がその時の肉質に応じて適度に調整できれば夾雑物の分離も良く摩擦による発熱も少ない。

しかし、リファイナーだけで全ての黒皮を除去することは不可能であり、やはり調理や採肉程度などの前工程

外 見

内 部

写真1 リファイナー

での除去が大切である。一般に使用されているリファイナーは分離肉の出口が4ブロックに分かれている。ブロック別分離肉の品質を調べると肉の入り口側から先に進む程、白さが低下し、黒さが増し、さらに塩溶性タンパク質が減り不溶化したタンパク質が増える。この時の温度分布をみると供給肉の温度は7℃，入り口側から順に8℃，9℃，14℃，20℃と先に進むほど摩擦による温度上昇が大きくなる。各ブロックからの出る肉量は、一般に入り口側から約60%，20%，15%，5%の割合になっている。

(5) 脱 水

リファイナー処理した精製魚肉はスクリュープレス（図2の21）で脱水する。脱水機には、遠心脱水機、油圧プレスおよびその組み合わせなども使われるが、一般には能率のよいスクリュープレスが使用されている。すり身用スクリュープレスは、外周がリブで補強された円筒スクリーン内部にスクリューを設け、魚肉をだんだん加圧しながら網目から脱水し、円筒出口から脱水肉をケーキ状で連続的に取り出す装置である（写真2）。網目孔径は0.5～1.5mm，スクリュー回転数は洋上加工船で0.2～0.6rpm，陸上工場では0.4～1.2rpmが常用範囲である。

水晒し魚肉をスクリュープレスで脱水する場合、その脱水性は多くの因子に影響される。原料の魚が新鮮で保水力の強い魚肉では、冷凍すり身の品質上好ましいが、一般に脱水性が悪い。また魚種や若年魚でリファイナー処理により魚肉が微細化し脱水性が悪くなることがある。サケ、ホッケ、特にサバ、イワシは微細化し易い。そのためサバ、イワシではリファイナー処理せず、スクリュープレスで脱水後、裏ごし処理をする。

(6) 添加物混合

脱水した魚肉は計量し、リボンミキサーあるいは高速ハイニーダー（図2の23）で所定量の添加物を混合する。リボンミキサーでは、均一混合に15分位要するが、攪拌部がラセン状の高速ハイニーダーでは5分位で充分混合される。

冷凍すり身には、冷凍変性抑制剤として糖類を5～9%とピロリン酸ナトリウムやトリポリリン酸ナトリウムなどの重合リン酸塩を0.2～0.3%添加した「無塩すり身」と糖類10%と食塩2.5%を添加した「加塩すり身」があるが、現在流通している冷凍すり身のほとんどは無塩すり身である。冷凍すり身には蔗糖とソルビトールが添加されるが、グルコース、マルトース、ガラクトース、果糖、ラクトースなどの糖類も高い効果がある。しかし、これらの糖は還元性が強く、蛋白質と反応してかまぼこの焼き色を濃くするためほとんど使用されない。

糖アルコールは非反応性で冷凍変性抑制効果も高く甘味度も低いため使用される。糖類以外にもアミノ酸やカルボン酸などに高い効果があるものも知られている。冷凍変性抑制効果をもつ物質にはいくつかの共通する構造性質がある。タンパク質の反応基と結合できる化学基が二つ以上あること、その化学基が分子構造上で適当な距離と立体配座をとっていること、また分子サイズが適当であること、低温でもよく水に溶けるなどの特徴を備えている。

図4は蔗糖とソルビトールを3，5，8%添加した冷凍すり身の貯蔵中のゼリー強度の変化であるが、糖添加量が多いほどゼリー強度の低下は少なく、糖3%添加では低下が著しいことがわかる。洋上すり身では8～9%の糖添加量で長期保存している。無塩すり身には、糖類

上 部

側 部

内部スクリュー

写真2 スクリュープレス

図4 糖類の添加量と貯蔵中の冷凍すり身によるカマボコのゼリー強度との関係

(川島孝省：北水誌月報，34(5)，11(1977))

の他に重合リン酸塩が添加される。重合リン酸塩は、糖による冷凍変性抑制効果を補助する作用とかまぼこ形成能を増強する作用の二つの効果がある。

冷凍変性抑制効果は、糖の効果に比べるとかなり小さいが、pH調整や解凍ドリップ抑制効果で、糖の効果を補佐する。解凍ドリップは糖を増やすことでかなり抑制

できるが、糖と重合リン酸塩を添加することで完全に防止できる。また重合リン酸塩は0.5%以上加えればかまぼこに異味を感じ、その上効果も増加しない。

(7) 充填成型・凍結貯蔵

添加物を混合したすり身は、ツインスクリュー式充填機(図2の24)で厚さ0.03~0.05mmの低密度ポリエチレン袋に、通常10kgの長方体に成型充填し、凍結パンに入れる。凍結はコンタクト凍結あるいはセミエアースラスト凍結する。さらに凍結後、製品は2枚重ねで段ボール箱に入れ、金属検出機を通して金属の混入を防止する。

冷凍すり身の貯蔵は、貯蔵温度が低く温度変動が少ないほど品質低下が小さい。図5のように-20℃貯蔵では、6カ月目で急激に低下しており、半年以上の貯蔵では-25℃以下の温度で、一年それ以上の長期保管や加塩すり身は、-30℃貯蔵が望ましい。つぎに冷凍すり身は、生産地から消費地へ冷凍機付きの大型トラックで輸送するのが一般的である。

(8) 廃水処理

いままで述べたように、すり身製造では水晒し工程で多量の水を使用し、さらに魚の移送や魚体洗浄、装置洗浄など、製品あたり20倍以上の多量の水を使用する。それが廃水となるが、この廃水の処理も現在では大事な

図5 冷凍貯蔵温度とすり身の品質
スケトウダラ2級すり身（ショ糖5%、磷酸塩0.2%）

工程の一つである。この廃水は、BOD 6千～9千ppm、COD 2千～3千ppm、ヘキサン抽出物100～千ppm、SS 千～5千ppm、窒素 700～1500ppm、リン 150～300ppmと非常に濃度の高いものとなっている。さらにすり身製造の最盛期が冬季ということで、低温下での廃水処理であることから、水産加工廃水でも難しいものとなっている。

また工場敷地が狭く、その制約もうけている。現在採用されている廃水処理方法は、まず回転フルイを通して固形物を除去し塩酸や硫酸でpHを下げて溶存する蛋白質等を等電点凝固させ、ポリアクリル酸ナトリウムなどの高分子凝集剤と加圧水で凝集浮上させて除く凝集加圧浮上法で一次処理を行い、ついで生物処理の活性汚泥法で二次処理を行う二段処理で規制値以下にして排出している（表3）。

(9) 冷凍すり身品質検査方法

それまで企業各社において独自の検査基準で実施していた品質評価では、おのおの表現が異なっており、その比較が難しく流通過程で多々支障があった。このため、水産庁の提唱により、関連団体、企業が数次にわたり検討を行い、1980年に全国統一方法が設定された。さらに、1994年に冷凍すり身品質規格の国際的な傾向から見直しが行われ新しい検査基準を設定した。表4のように検査基準は試料の調整法、成分検査法、機能検査法に分かれそれぞれに必須項目と任意項目がある。

7. 国内冷凍すり身製造業のこれから

最後に国内とりわけ北海道の冷凍すり身製造業のこれからをみると、

(1) 冷凍すり身の国際化に伴う国際規格の制定の動き

冷凍すり身生産の国際化に伴いFAO/WHO合同食品規格計画CODX食品規格委員会において冷凍すり身の規格化がアメリカより提案された。これに対して冷凍すり身発祥国であり、最大の消費国でもある日本の主導で検討が進められている。

(2) 国際的なHACCP化の動き

(3) PL法制定における対応

(1)とも絡むが、国際規格の中にもHACCPの方式が取り込まれており、昨今の食中毒の発生やPL法とも絡み、国内でも整備されつつある。昨年来、水産庁では水産加工品のHACCPのマニュアル作りを始めており、この8月にすり身のHACCPが発表された。製造業者が、これを導入するには工場の新設や改造が必要であるが、食品の安全性の確保や衛生面の充実が国際的な流れであり避けて通れない課題である。

表3 冷凍すり身製造排水と処理水

	原 水	一次処理水	二次処理水	基 準 値
BOD (mg/ℓ)	6000～9000	2000～3000	10～90	160 (120)
COD (mg/ℓ)	2000～3000	600～1000	20～70	160 (120)
ヘキサン抽出物 (mg/ℓ)	100～1000	1～100	ND～30	30
SS (mg/ℓ)	1000～5000	200～500	5～20	200 (150)
総窒素 (mg/ℓ)	700～1500	300～1000	100～300	120 (60)
総リン (mg/ℓ)	150～300	100～250	50～150	16 (8)
pH	6.8～7.2	5.0～6.0	6.5～7.5	海域 5.0～9.0 海域以外 5.8～8.6

() は日間平均

表4 冷凍すり身品質検査基準 (1995)

検査項目	検査方法	参考事項
I 試料の調製法	2～10kgの冷凍すり身を、ポリエチレン袋に入れて密封し、室温(20℃)以下の温度で品質を約-5℃まで昇温させた後、成分検査と機能検査の試料に供する。	・試料の表面を軟化させないこと。
II 成分検査法		
1 必須項目		
a 水分	<p>試料をポリエチレン袋またはポリエチレン瓶に入れて密封し、品温が室温になった後、以下に示す、いずれかの方法で測定する。</p> <p>空気浴乾燥器による場合は、その中から5gを秤量瓶に入れ、100～105℃で恒量に達するまで乾燥する。</p> <p>赤外線水分計による場合は、その中から5gを試料皿で精秤し、直ちに乾燥する。</p> <p>マイクロ波乾燥水分計による場合は、その中から5gを試料皿で精秤し、乾燥する。</p> <p>水分は、次式により小数点第一位まで算出する。</p> <p>測定は、いずれの方法を用いる場合でも、試料2個以上について行い、その平均値を表示する。</p> $\text{水分(\%)} = \frac{(\text{乾燥前の重量(g)} - \text{乾燥後の重量(g)})}{\text{乾燥前の重量(g)}} \times 100$	・マイクロ波乾燥水分計で脂肪が多い試料を測定する場合は、乾燥時の飛散を防止するために試料皿の上部をグラスファイバー製ろ紙で覆う。
b pH	試料10gに90mlの蒸留水を加えてホモジナイズし、この懸濁液のpHをガラス電極を用いたpHメーターで小数点第二位まで測定し、その数値を表示する。	
c 夾雑物	試料10gを1mm以下に薄く伸ばし、肉眼で見える夾雑物の数をかぞえ、その数値を表示する。ただし、2mm以上の大きさのものは1個、2mm未満の大きさのものは1/2個とし、1mm未満で目立たないものは除く。	<p>・本項目でいう夾雑物とは魚肉以外の皮、小骨等をいう。</p> <p>・肉眼で見分けられない鱗を分別する検査方法は、任意項目に規定する。</p>
2 任意項目	省略	
III 機能検査法		
1 検査用かまぼこの調整		
(1) 必須項目		
① 無加水・無でんぶんのかまぼこ		
a 擂潰	試料1.5kg以上をサイレントカッターで碎細し、その後に3%の食塩を加え、さらに10分間以上擂潰して均一な肉のりに仕上げる。なお、この間の品温は10℃以下に保持する。	<p>・食塩の添加時期は-1.5℃が望ましい。</p> <p>・品温は7～8℃が望ましい。</p>
b ケーシング	折径48mmのポリ塩化ビニリデンフィルムチューブに口径18mmのスタッパーを使用して肉のり約150g(長さ約20cm)を詰め、両端を結さつする。	
c 加熱	87℃±3℃の熱湯の中で30分間加熱を行う。	・試料投入時の温度低下は3℃以内に保つ。
d 冷却	加熱処理終了後直ちに冷水に投入して十分に冷却したのち、室温に3時間以上放置する。	
(2) 任意項目	省略	
2 品質検査	調整した検査用かまぼこにつき、48時間以内に下記の測定を行う。検査用かまぼこの品温は、室温とする。	

(1) 必須項目	
a 弾力	<p>検査用かまぼこの弾力は、押し込み強度試験機(レオメーター)を用いて測定する。プランジャーは球状のものを使用し、直径は5mmとする。プランジャーの速度は60mm/分とする。</p> <p>検査用かまぼこは、フィルムを除いた後、長さ(高さ)25mmの輪切りにし、切断面の中心がプランジャーの真下に位置するように試料台にのせてプランジャーに荷重し、試験片が抵抗を失って破断した時の押し込み強度(荷重量)及び凹みの大きさを測定する。</p> <p>押し込み強度の単位はgで示し、測定値は整数位まで示す。凹みの大きさの単位はmmで示し、測定値は小数点第一位まで示す。</p> <p>測定は、同一の検査用かまぼこから6個以上の試験片を作り、それぞれについて行い、その平均値を表示する。</p>
b 色調	<p>検査用かまぼこを厚さ15mm以上の長さに平滑に切断し、切断面の色調を直ちに色彩色差計によりL*, a*, b*値で小数点第一位まで測定する。測定は、試験片3個以上について、その平均値を表示する。</p>
(2) 任意項目	省略

(4) 窒素・燐等排水規制の強化への対応

環境保護も国際的な流れであり、平成10年より窒素・燐の排水規制される指定閉鎖水域に、いまのところ道内工場は立地していない。しかし今後規制される可能性もあり、現在すり身工場に合った処理方法について開発研究を進めている。

(5) 水産練り製品の消費減による冷凍すり身の在庫増加、価格低迷

(6) 冷凍すり身消費拡大のための新規商品の開発

(7) 原料魚の慢性的不足(原料費高)

練り製品の生産量は1968年に100万tの大会に乗り、1973年には120万tの生産を記録した。それ以降漁業環境の変化から冷凍すり身価格の投機的な高騰が幾度とあり、それによる練り製品価格の値上げやすり身以外の副資材の増量による食味の低下から消費が落ち、1994年には80万tの生産量にまで落ちた。さらに輸入冷凍すり身

の急増により慢性的な供給過多となり冷凍すり身価格の低迷が続いている。現在、北海道のすり身製造業者は原料魚の水揚げが少ない中、仕事買いの状況でコスト割れの操業を強いられている。しかし、スケトウダラや小さなホッケの利用法は冷凍すり身以外に有効な加工法がなく、漁業振興の面からも、冷凍すり身製造業は重要である。このように冷凍すり身の消費拡大と価格安定のためにも、新規商品の開発が望まれる。

参 考 文 献

- 1) 全国すり身協会編：冷凍すり身25年記念誌(1984)
- 2) 全国すり身協会編：陸上スケトウダラ冷凍すり身の製造マニュアル(水産庁委託事業)，(1986)
- 3) 川島孝省：北水試月報，34，5，11(1977)