

カタクチイワシの有効利用方法の検討

杉山 豊樹・桜井 昭司・喜多 明

1 目 的

カタクチイワシは、近年、生産量が増大する傾向にあるが、食用加工としての利用の仕方は、煮干し、素干し、みりん干し等、旧態依然としたものとなっている。

そのため、消費者志向の多様化する中で、加工原料魚として期待がもたれるカタクチイワシについて原料魚特性の把握を行いながら新たな加工方法の開発を進めていくことが必要と考えられる。

また、カタクチイワシはその多くがまき網漁船により漁獲されているが、魚を一網打尽にし、大型運搬船で水揚する手法は、この間に魚体の鮮度劣化を生む結果をもたらしており、より高品質な原料魚の確保方法を検討していく必要がある。

2 方 法

1) 原料魚特性の把握

(1) 漁獲時期等からみた原料魚特性

本県沖合・沿岸に來遊するカタクチイワシの魚体組成、部位別組成割合及びそれぞれの一般成分の変動等を追跡した。

測定方法等は以下のとおりである。

なお、試料については、一旦、凍結（-35℃冷蔵庫）し、適宜、解凍（高周波解凍機を使用）して測定に供した。

① 対象とする魚体サイズ

食用利用率の低い被鱗体長 9 cm 以上のもの（銘柄で「中セグロ」以上のもの）

② 測定項目及び方法

ア 魚体組成

各試料毎60尾程度、体長（被鱗体長）と体重を測定した。

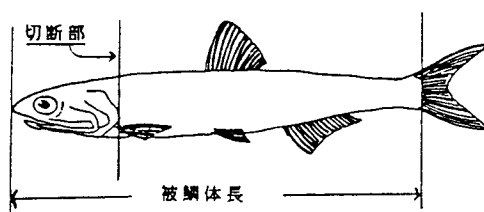
イ 部位別組成割合

試料は、小型（10cm以下のもの）は20～30尾を、大型（10cm以上のもの）は15～20尾をそれぞれ抽出し、図2に区分した頭部、内臓部、中骨部及びフィレー部の重量組成割合を測定した。

ウ 部位別一般成分

測定方法は、以下により行った。

- ・ 水分……………105℃常圧加熱乾燥法によった。
- ・ 粗脂肪……………ソックスレー抽出法によった。



測定部位（以下の4部位）

- ・ 頭部
- ・ 肉部（フィレー）
- ・ 内臓部
- ・ 中骨部

図2 部位別の測定区分

- ・ 粗蛋白質…………ケルダール抽出法によった。
- ・ 灰分……………550℃マッフル炉加熱法によった。

(2) 保管中における原料魚の品質変化

保管中における原料魚の品質変化をみるため、短期保管（氷蔵）と長期保管（-35℃冷蔵庫内）の両面から、K値等の変化を追跡した。

① 長期保管

ア 供試魚の保管方法

魚市場で水揚げされた供試魚を直ちに入手し、1 kg程度ずつビニール袋に小分けした後、ほぼ同量のドライアイスと共に発泡スチロール容器に収納し、水産試験場に持ち帰って-35℃冷蔵庫へ保管した。

なお、測定時の解凍には、高周波解凍機を用い、-3℃まで温度を上げたうえで、適宜、試験に供した。

イ 測定項目

K値……………普通肉中のK値を固定化酵素法により測定した。

POV……………クロロホルム・メタノール混液抽出法によった。

圧出水分……………普通肉に5 kg/cm²の圧力を20秒間加え、濾紙中に吸収された水分量を脱水された肉重量を測定して求めた。

② 短期保管

ア 供試魚の保管方法

80リットル容のポリ容器に、海水2リットル、氷5 kg、供試魚20kgを加え、静置保管した。なお、供試魚は魚市場で水揚げされたものを直ちに入手し、即座に試験を開始した。

イ 測定項目

K値……………前述の方法

硬直度（仮称）…硬直軟化の進行状況をみるため図3に示す方法に

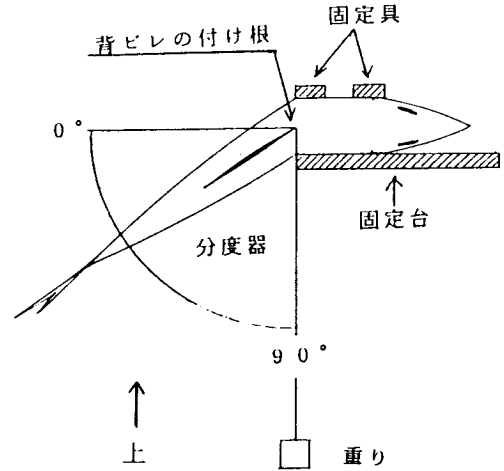


図3 硬直・軟化の測定方法

より、魚体背鰭前端部を支点として魚体の傾き角度を測定し、その角度をもって硬直度（仮称）とした。

圧出水分……………前述の方法

保管温度……………保管容器内の水温を保管温度とした。

2) 水揚げまでの鮮度維持方法の検討

まき網船により水揚げされるカタクチイワシの鮮度維持方法を調査し、さらに良好な鮮度維持方法を検討した。そのため、まき網船（特に運搬船）操業の実態を把握し、なお、漁獲物の鮮度等の調査を行った。

(1) 実態把握調査

運搬船等の構造や作業手法等についての情報の収集を行った。

(2) 漁獲物調査

まき網により水揚げされるカタクチイワシを用い、魚倉の上積みと下積みのものとの品質の差をみるため以下により調査した。

① 試料の採取

水揚げ時、魚倉の上層及び下層の原料魚を採取した。

② 試料の保管

12kg容底深の発泡スチロール容器内に原料魚8kg、海水4リットル、氷4kgを加え、密封した。

③ 測定時間

試料を入手後、入手漁港の近くにある加工協事務所へ搬入して測定を開始した。その時を0時とし、以後、1、2、3時間の経過後の変化を追跡した。

④ 測定項目

- K値……………前述の方法
- 硬直度（仮称）………前述の方法
- 外観……………腹切れ、皮むけ及び魚体のねじれ等を目視観察した。
- 保管温度……………前述の方法

3 結果及び考察

1) 原料魚特性の把握

(1) 漁獲時期等からみた原料魚特性

本県におけるカタクチイワシは、まき網をはじめ、あぐり網、小型定置網（以下、「定置網」という）等で漁獲されている。これらの漁法のうちで、まき網による漁獲が最も多く、全体の9割以上を占めている。

まき網では12月から翌年3、4月頃まで、あぐり網では11月から翌年2月頃まで、また、定置網では5月から8月頃までと11月から1月にかけて操業が行われており、いずれも県内の漁港に水揚げされている。また、シラスを対象とした船びき網は1月を除き、周年操業されているが、これに混獲されたカタクチイワシも調査の対象とした（表1、図1）。

採集した試料は、まき網、あぐり網、12～1月期の定置網（以下、「冬定置網」という）、5～8月期の定置網（以下、「春定置網」とい

表1 カタクチイワシの採取方法及び時期

月 漁法	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
まき網												
定置網												
あぐり網												
船びき網												

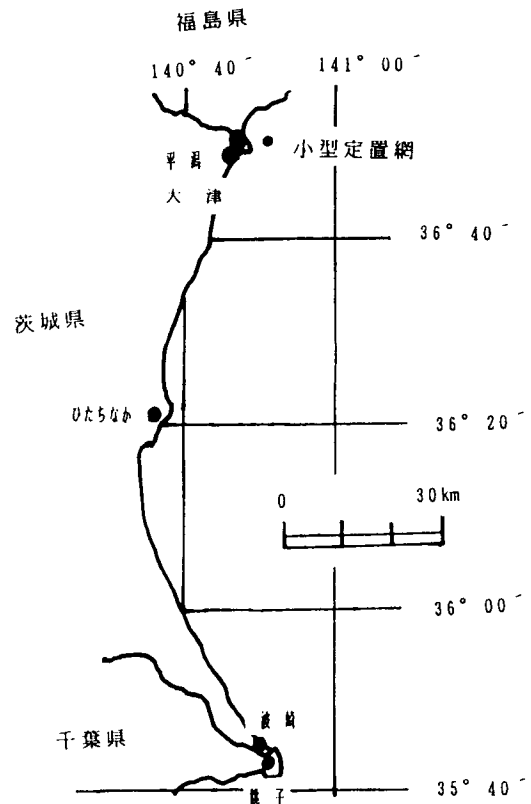


図1 本県におけるカタクチイワシ漁場

う）、船びきの5区分に分け、以下に述べる。

① 漁法別にみた魚体の変化

採集したカタクチイワシの月別漁法別にみた体長及び体重の推移は、図4、5に示した。その特徴は次のとおりであった。

春定置網のものは、5区分中で最も大型（体長11～12cm、肥満度10以上のものが多い）で、成熟魚も多くみうけられた。また、まき網のものは、漁場の差違により大型、小型とまちまちであったが、大型のものは春定置網のものと同様な大きさで、成熟魚が多くみられた。あぐり

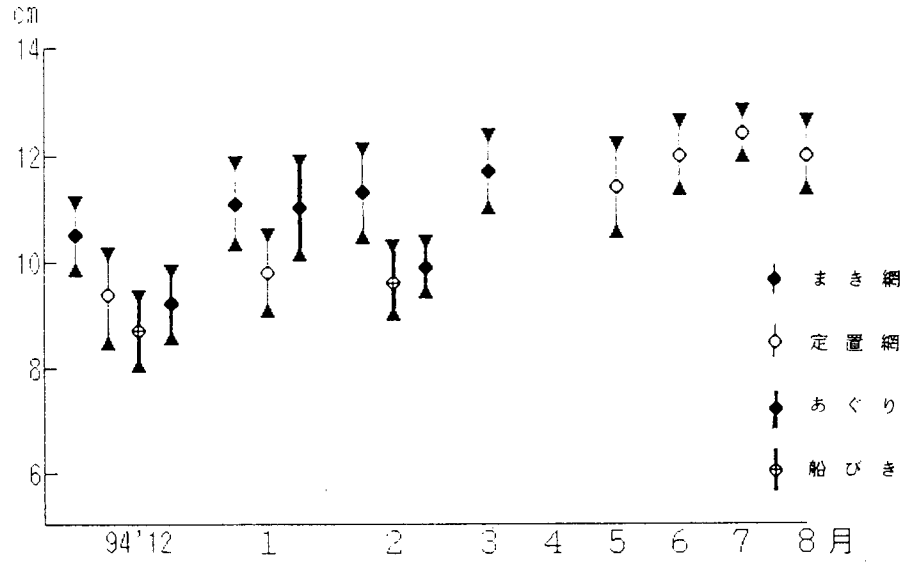


図4 本県で漁獲されるカタクチイワシの漁法別にみた体長の推移

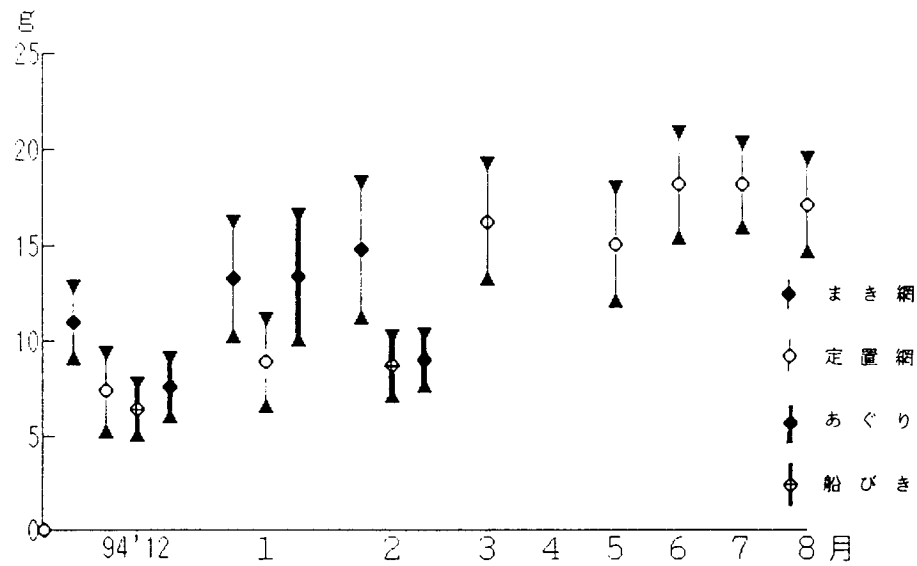


図5 本県で漁獲されるカタクチイワシの漁法別にみた体重の推移

網のものは、やや小型であり、冬定置網や船びきのものは小型のものが主体で、成熟魚はみられなかった。

なお、試料は1網毎独立した試料として1試験区とした。体長、体重からみて1試料当たりの魚体のばらつきは小さなものであった。

また、測定中で最も大型だった魚体は、体長

15.2cm、体重38.8g、肥満度10.8であった。

② 組成割合の変化

魚体の組成割合をみるため、前述の4部位に分け、それぞれの重量割合をみた。

各部位の割合は、フィレー部55~65%、頭部20~25%、内臓部10~15%、中骨部4~6%であった(図6)。

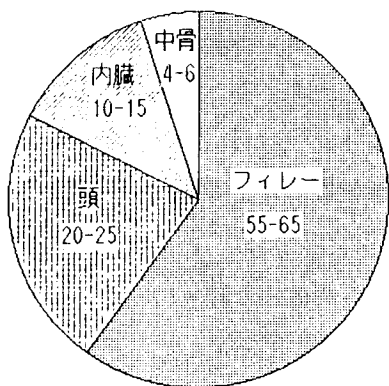


図6 部位別にみた組成割合

成熟魚が含まれる大型のものほど、内臓部の割合が増加し、その分、頭部の割合が減少する傾向がみられ、また、小型になるほど中骨部や頭部の割合が高く、内臓部の割合が低い数値となった。

③ 各部位の一般成分の変化

4部位に区分したそれぞれの一般成分は、表2に示した。

各成分のうちで、粗脂肪量の変化が最も顕著であり、成熟魚になるにつれその量は増加する傾向がみられた。時期別漁法別にみると、まき網の1～3月のものの一部、定置網の5～7月

表2 部位別にみた一般成分の含有量

(単位：%)

成分 部位	水分	粗脂肪	粗たん白質	灰分
フィレー部	69～75	1～9	18～20	1～2
頭部	72～76	3～6	13～14	5～6
内臓部	68～75	4～12	13～17	2～4
中骨部	62～67	4～9	16～17	9～12

のものに脂肪量の多いものがみられた。また、脂肪量の最も多いのは内臓部で、多い時期には12%に達した。フィレー部は多いときで9%であった。この数値はマイワシ等の3分の1であり、カタクチイワシの脂肪量は少なく、脂肪の面からは取扱い易い魚ではないかと思われる。

④ 脂肪量からみたまき網(12～3月)及び定置網(5～8月)漁獲魚の特徴

フィレー部及び内臓部の脂肪量は図7に示した。フィレー部、内臓部とも、まき網の漁初期である12月から時期が進むにつれ脂肪量の増加がみられ、5月からはじまる定置網のものは5月を頂点に次第に減少した。このことや抱卵の有無から、多くの産卵が4～6月に行われたことが推察される。また、そのことは、組成割合からみた内臓部の割合が5～6月を頂点に減少

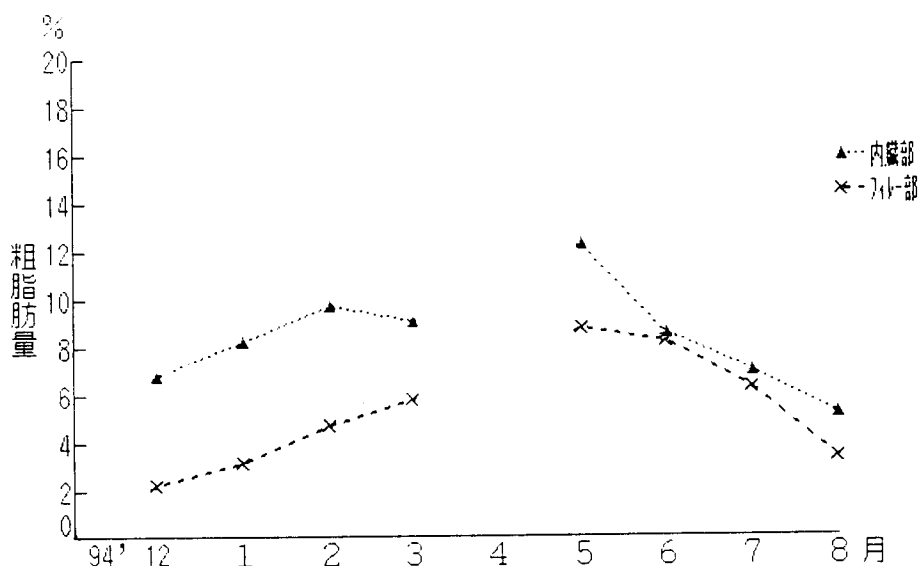


図7 月別にみたフィレー部及び内臓部の脂肪含量

していることからもうかがうことができる（図8）。

一方、内臓部とフィレー部の脂肪含有量は、産卵終了後、同じ数値になっていく姿が認められた（図9）。

⑤ まき網漁獲魚の体長別にみた脂肪量及び組成割合

12～3月（1994～1995）にまき網で漁獲された体長別のフィレー部及び内臓部の脂肪量を図10に示した。体長が大きくなるにしたがい、両

者とも脂肪が増大することが認められた。また、組成割合では、体長が大きくなるほどフィレー部の割合が多くなり、頭部、中骨部の割合は少なくなった（図11）。

⑥ 鮮魚と解凍魚の一般成分の比較

今回の供試魚は、いずれも解凍魚を用いた。そこで、解凍魚と鮮魚の一般成分含有量に差違があるか否かをみた。

0.5及び2月間に凍結した魚と鮮魚との比較を行った（表3、4）。その結果、解凍魚は、

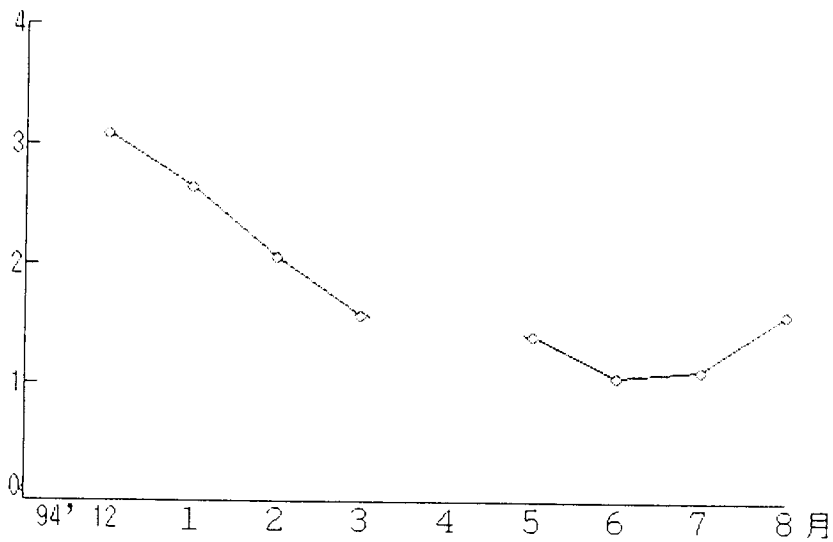


図8 月別にみたフィレー部に対する内臓部の脂肪の割合

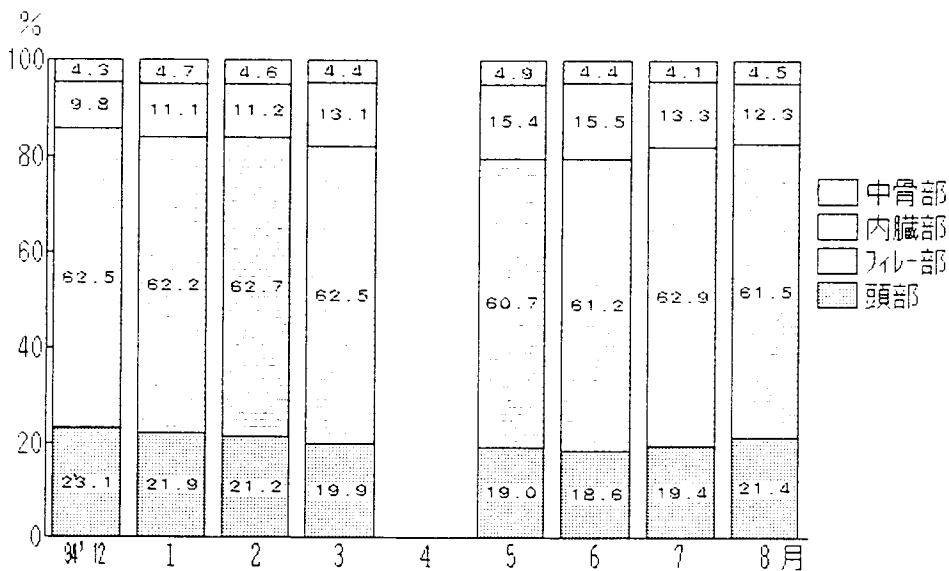


図9 月別にみた組成割合

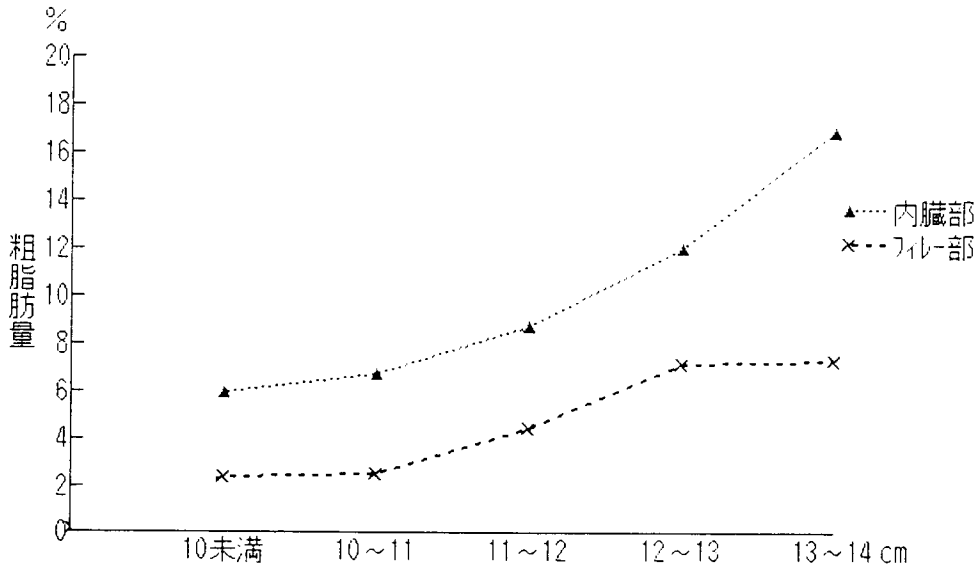


図10 まき網漁獲魚の体長別にみた脂肪含量

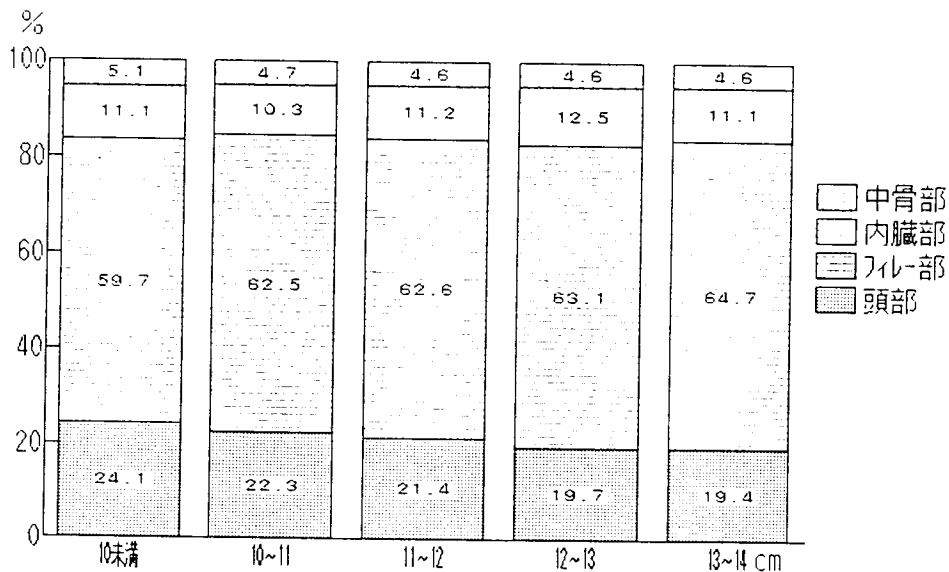


図11 まき網漁獲魚の体長別にみた組成割合

若干水分が少なく、また、他の成分は多くなる
ことが認められた。

(2) 保管中における原料魚の品質変化の把握

① 長期保管

6月と12月に確保した原料魚を用い、現在、
試験を継続中である。今回は、6月に確保し
た供試魚についてその途中経過を報告する。

供試魚は、1995年6月29日、茨城県北茨城

市平潟沖（水深27m、水温16.3℃）で、小型
定置網により午前8時10分に漁獲されたカタ
クチイワシ5トンのうちの一部で、漁場から
1.5kmの位置にある平潟魚市場に水揚げされ
たものを直ちに前述の方法で処理し、水産試
験場に搬入したものである。

なお、ドライアイスを用い、現地処理され
た供試魚は、2.5時間後、当場に搬入された

表3 鮮魚と解凍魚(半月間凍結)の一般成分の比較
(単位: %)

部 位		頭	フィレ	内臓	中骨
水 分	鮮魚	74.5	71.8	74.1	67.3
	半月後	73.6	70.9	73.8	63.5
粗脂肪	鮮魚	4.0	6.3	5.8	5.9
	半月後	4.1	8.6	6.2	6.2
粗たん白質	鮮魚	13.5	18.6	16.8	16.4
	半月後	13.9	19.8	16.4	18.3
灰 分	鮮魚	5.9	1.6	2.4	9.0
	半月後	6.3	1.7	2.4	10.8

表4 鮮魚と解凍魚(2月間凍結)の一般成分の比較
(単位: %)

部 位		頭	フィレ	内臓	中骨
水 分	鮮魚	74.7	71.1	72.6	63.8
	2月後	72.4	68.1	71.7	60.0
粗脂肪	鮮魚	5.8	7.5	8.8	10.2
	2月後	6.1	9.3	9.0	10.4
粗たん白質	鮮魚	13.3	18.6	16.0	16.5
	2月後	14.4	19.4	16.8	16.6
灰 分	鮮魚	5.7	1.8	2.2	8.8
	2月後	6.6	2.1	2.2	12.2

ときには完全に凍結されていた。

ア 魚体組成等

体長等の測定結果は表5, 6のとおりであった。

イ 経時変化

K値等の測定結果は、表7に示した。

K値は、8月間経過した時点でも、10程度と良好な状態を保っていた。

POVについてみると、5月間経過まで上昇し、その後、一旦下がっているが、最大値で25meq/kgと相対的にみて小さな値であった。

また、圧出水分値は、凍結後、一挙に上昇したが、その後は変化のない数値となっている。

② 短期保管

供試魚は、1995年1月20日、茨城県高萩市沖(水深60m, 水温14.4℃)で、まき網船により午前4時20分に投網し、23トン漁獲されたものの一部であり、漁場から15kmの位置にある大津魚市場に水揚げされたものを直ちに確保し、午前8時00分から大津漁協の1室で試験を開始した。開始後7時間経過までは大津漁協で測定し、その後、2時間をかけて水産試験場へトラックにより試料を搬入し、50時間経過時まで測定を継続した。

ア 魚体組成等

体長等の測定結果は表8, 9のとおりであった。

イ 経時変化

K値等の測定結果は、表10に示した。

保管温度は、1月という時期柄、昇温の程度が少なく50時間経過時点でも3℃であった。

表5 体長等の測定値 表6 フィレの一般成分

項 目	測 定 値
体 長	12.2 ± 0.56cm
体 重	19.5 ± 2.48g
肥満度 (測定尾数)	10.7 ± 0.67 (60)

(%)	
項 目	測 定 値
水 分	69.1
粗 脂 肪	8.7
粗たん白質	20.1
灰 分	1.7

表7 -35℃冷蔵庫保管中の原料魚の経月変化

項 目	経過月数							
	0月	0.5	1	2	3	5	7	8
K 値		5.3	8.8	8.5	10.7	9.5	9.2	9.5
P O V (meq/kg)	1.4	9.0	16.2	14.1	19.9	24.8	6.1	10.8
圧出水分(%)	14.0	22.3	23.9	22.8	20.8	22.4	20.9	22.3

注) 0月: は、確保当日の水蔵魚の測定値である

表8 体長等の測定値 表9 フィレの一般成分

項 目	測 定 値
体 長	10.4 ± 0.51cm
体 重	10.2 ± 1.73g
肥満度 (測定尾数)	9.1 ± 0.51 (74)

(%)	
項 目	測 定 値
水 分	75.7
粗 脂 肪	1.4
粗たん白質	21.3
灰 分	1.6

表10 氷蔵保管中の原料魚の経時変化

経過時間 項目	0時間	1	2.5	5	6.5	11	25	50
K 値	2.1	2.6	3.4	4.6	7.0	10.1	12.3	13.3
硬直度 (度)	21	22	24	13	24	25	26	24
圧出水分 (%)	9.1	8.8	13.5	16.3	13.3	16.8	22.0	27.1
水温 (°C)	0.8	1.4	1.3	1.6	2.0	0.5	1.9	3.0

K 値は、測定開始時点で2.1、その後、徐々に増加したが、50時間経過後でも13.3と低い値を示した。

硬直度は、5時間経過時で13と最も低い数値となり、この時点が最も硬直の進んだ状態であったと思われる。また、その後も比較的緩慢な推移であった。

圧出水分も緩慢な変化で推移し、50時間経過時で27%であった。

外観の変化も追跡したが、11時間経過時に若干の皮むけやほほ部に赤みのさすものが見られるようになった。

25時間経過後では皮むけやねじれがさらに多くみられるようになったが、見た目には悪いというほどではなかった。

50時間経過後は、若干、魚体が柔らかな感じになったが、その外観は、まだ食べてみようと思える状態であった。

2) 水揚時までの鮮度維持方法の検討

昨年度は、陸上におけるモデル試験を実施した。実施内容は、魚倉内に積み込まれたカタクチイワシが保管中、上積みと下積みでどのような差違が生じるかを想定し、モデル試験を行った。その結果、下積みのものは、鮮度等の肉質には大きな差違は認められなかったが、皮むけ等の外観の変化が早く現われ、商品性が損われること等が明らかになった。

本年度は、実際にまき網船に乗船し操業の実態を調査したり、運搬船船長に運搬船での作業方法やその構造についての聞き取り調査を実施した。

また、運搬船(4隻)から水揚げ直後の原料魚

を確保し、品質調査を実施した。

(1) 実態把握調査

運搬船(300トン船4隻、180トン船1隻)船長に、カタクチイワシ漁を対象としたときという設定のもとで行った聞き取り結果は表11のとおりであった。

聞き取り結果や乗船して現場確認をした結果を通じ、運搬船における魚体の鮮度維持への取り組み方は、想像していた以上に進んだものであった。

(2) 漁獲物調査

本調査は、1996年2月に計4回を実施した。いずれも類似した結果となったので次の1例を報告する。

供試魚は、1996年2月8日、千葉県銚子市沖(水深42m、水温8.2°C)で、まき網船により午前8時15分に投網し、40トン漁獲されたものの一部であり、漁場から14kmの位置にある銚子魚市場に水揚げされたものを上層のものは午前11時15分に、下層のものは午後0時03分に、それぞれ確保し、午後1時15分から波崎加工協の1室で試験を開始した。この開始時間を0時とし、以後、1時間経過毎に計4回測定を行った。

ア 魚体組成等

体長等の測定結果は表12、13のとおりであった。

表12 体長等の測定値 表13 フィレーの一般成分

項目	測定値
体長	12.3 ± 1.07cm
体重	17.1 ± 4.47g
肥満度 (測定尾数)	9.0 ± 0.58 (74)

(%)	
項目	測定値
水分	71.6
粗脂肪	6.6

イ 経時変化

経時変化の結果は、K値等の測定値は表14に、また、外観については表15に示した。

魚倉の上層のもの、下層のものとの間には、

表11 まき網運搬船船長を対象にした船上作業等の聞き取り結果

質 問 内 容	回 答 内 容
1 モッコ網（魚を網から運搬船への移動用）の1回当たりの収容量？	5～6トン（300トン船には2組、180トン船には1組）収容する。
2 氷の使用量？	冬場で魚重量の2割、夏場で魚の3割を使う。
3 海水と氷の使用の仕方？	予め海水と氷をほぼ同量ずつ魚倉の1/3から1/5まで加え、魚を収容後、逐次、氷を追加する。
4 魚倉の仕切数？	300トン船で7～8倉、180トン船で6倉、横1列に仕切っている。オモテの2倉は氷室にしている。既製の仕切で固定されており、仕切を増やして使うことはない。
5 魚倉への魚の収容の仕方？	1つの魚倉を満杯にしてから次の魚倉へと移動する。満杯にならないときは、揺れによる魚の損傷を防ぐため、海水氷で満たす。
6 カタクチイワシの収容の仕方の特徴？	マイワシに比べ、海水氷の量を多めにする。
7 たも網（運搬船からの陸揚用）の1回当たりの収容量？	1～1.5トン（300トン船には2組、180トン船には1組）収容する。
8 網船による投網から運搬船への収容完了までの所要時間？	漁獲量100トンのときで、2～2.5時間程度を要する。
9 運搬船が魚を積み終わってから漁港へ到着するまでの所要時間？	普通1～2時間、近いときで0.5時間、遠いときで5時間を要する。
10 運搬船からの陸揚の所要時間？	陸揚量100トンで2時間程度、しかし、陸上での運搬車の配車次第ではもっと遅くなる。

表14 まき網運搬船魚倉別（上・下）にみたK値等の経時変化

経過時間 項目		0時	1	2	3
		容器内温度(°C)	上層	-0.6	-0.8
	下層	-0.5	-0.6	-0.7	-0.9
K 値	上層	6.4	6.0	7.2	7.7
	下層	6.2	6.4	8.3	7.5
硬直度(度)	上層	19	14	6	4
	下層	16	13	12	9

表15 まき網運搬船魚倉別（上・下）にみた外観の経時変化

(単位：%)

外観の項目		経過時間			
		0時	1	2	3
ほほ部(赤みをさす)	上層	10	5	10	10
	下層	5	10	10	15
眼球部(凹みや出血がある)	上層	5	10	10	15
	下層	10	10	15	15
腹切れ(内臓がみえる)	上層	0	0	0	0
	下層	0	0	0	0
肛門部(汚物が出る)	上層	0	0	5	0
	下層	0	5	0	0
皮むけ(表皮の1/10以上)	上層	0	0	5	0
	下層	0	0	0	0
魚体のねじれ	上層	15	15	10	10
	下層	5	10	10	10
硬直感(手にもった感じ)	上層	85	95	90	90
	下層	75	70	85	85

注) 各試験区とも測定尾数は20尾とした。

K値、硬直度及び外観のいずれからも明瞭な差違を認めることができなかった。

また、魚体の品質は、測定終了の時点でも、両者とも、K値8以下、硬直中といった状況であった。

上述の結果から、昨年度行ったモデル試験での「下積みされた魚体のいたみは早期に生じる」との結果は、現実の運搬船中には該当しないということが判明した。

その理由は、運搬船における魚体の取扱い

は想像以上に丁寧であり、海水、氷を的確な割合で使用し、下積みとなる魚体が他の魚体の重圧を受けないよう全ての魚体を浮した状態で魚倉内に収納させていることによるものと考えられる。また、このことは、運搬船船長を対象として行った聞き取り調査(上述の実態把握調査)結果からもよみとることができた。

4 要 約

(1) 本県で水揚げされるカタクチイワシの原料魚特性をみるため、漁業種類別にまき網、あぐり網、冬定置網、春定置網及び船びき網の5区分に分け、その漁獲魚の特徴をみた。その結果、

① 春定置網のものは、5区分中で最も魚体が大型であり、成熟魚も多くみうけられた。

② 冬定置網や船びき網のものは小型魚が主体で、成熟魚はみられなかった。

③ 魚体をフィレー部、頭部、内臓部及び中骨部の4部位に分け、それぞれの重量構成割合をみると、55~65%、20~25%、10~15%及び4~6%であった。大型魚ほど、内臓部の割合が増加し、頭部の割合が減少する傾向がみられた。

④ 魚体別部位別時期別漁業種類別に一般成分の差違をみると、各成分のうちで粗脂肪量の変化が最も顕著であった。魚体別にみると大型魚ほど粗脂肪量は多く、フィレー部9%が最大であった。部位別にみると、フィレー部及び内臓部での変化が顕著で、それぞれ、最大が9%、12%で、最小が1%、4%であった。

しかし、この数値はマイワシの数値(フィレー部の最大は30%以上になる)からみると小さく、したがって、マイワシに比べ、加工素材としてこの点で有利と思われた。

⑤ 本県におけるカタクチイワシ漁獲量の90%を占めるまき網漁業の漁獲魚をみると、最大魚体

長で13cm, そのときのフィレー部粗脂肪量は7%であった。

- (2) 春定置網(5~8月)より漁獲されるカタクチイワシの調査から, 内臓部の重量構成割合が時期が進むにつれ, 次第に減少していくことが観察され, それにともなって内臓部の脂肪含有量が減少していくことが観察された。これは, 産卵期にむけて次第に蓄えられていった内臓部の粗脂肪量が産卵後減少していくためであり, 漁の終了期(8月)にはフィレー部の含有量と同程度までに減少していくことが観察された。

- (3) カタクチイワシの保管中における変化を追跡し, 次の結果を得た。

- ① -35℃冷蔵庫に5月間保管し, K値による鮮度の変化, POVによる脂肪の変化及びフィレーの圧出水分によるたん白質の変化を追跡したが, いずれの項目ともこの間に大きな変化は認められなかった。
- ② また, 短期保管として, 50時間, 水氷中に保管したカタクチイワシの変化を(3)①の方法により追跡したが, これらの数値は比較的, 安定した状況であった。しかし, 表皮の皮むけやねじれ等, 外観の変化はより早い目にあられた。

- (4) まき網船により水揚げされたカタクチイワシを用い, 一定時間, その品質を追跡した。その結果, 魚倉の上層のもの, 下層のものとも良好な品質が保たれており, 鮮度管理上, 改善する点は見出せなかった。

5 謝 辞

当試験の実施に当たっては, 波崎漁業協同組合(組合長 才賀 増蔵), 波崎水産加工協同組合(組合長 鴨川 治郎)に試料の確保や試験室の提供等, 大変にお世話になりました。誌面にて厚くお礼申し上げます。

参考文献

- 近藤恵一, 1971, カタクチイワシの生態と資源(水産研究叢書), (社)日本水産資源保護協会
- 長谷川一磨, 1977, まいわしの原料学的研究 I, 茨城水加研, 8, 1-10
- 杉山豊樹, 薮伸一, 飛田清, 1996, カタクチイワシの水揚げ時までの鮮度維持方法の検討 I, 茨城水試研報, 34, 97-104