

燧灘における1993～2011年のカタクチイワシの初期資源量

山本昌幸・中山博志^{*1}・平田伸治^{*2}・久米 洋^{*2}・
村田憲一^{*3}・相田 聡^{*3}・河野悌昌^{*4}・銭谷 弘^{*4,5}

The initial stock size of Japanese anchovy *Engraulis japonicus* in Hiuchi-nada, central Seto Inland Sea, Japan, from 1993 to 2011

Masayuki YAMAMOTO, Hiroshi NAKAYAMA^{*1}, Shinji HIRATA^{*2}, Hiroshi KUME^{*2},
Ken-ichi MURATA^{*3}, Satoshi AIDA^{*3}, Naoaki KONO^{*4}, Hiromu ZENITANI^{*4,5}

For stock management of Japanese anchovy *Engraulis japonicus* in Hiuchi-nada, central Seto Inland Sea, Japan, we estimated stock size of this species recruited in spring (RS) by virtual population analysis between 1993 and 2001. The catch of the RS ranged between 97.2 and 415.7×10^8 inds. and was dominant (76.4-99.2%) in the catch of Japanese anchovy. The initial stock size (stock size on 1st June), final stock size (stock size on 30th November) and fishing rate (= catch/initial stock size) ranged between 121.8 and 475.2×10^8 inds., between 0.00 and 10.91×10^8 inds. and between 79.8 and 88.6%, respectively. The initial stock size was approximately 200×10^8 inds. in late 1990, increased after 2000 and varied between 300 and 450×10^8 inds. from 2000 to 2008 except 2004. After 2009, however the size decreased and was estimated to be 121.8×10^8 inds. in 2011.

キーワード：燧灘，カタクチイワシ，資源量推定，VPA，資源回復計画

カタクチイワシは重要な水産資源であり，2008～2011年に全国で26～34万トンが漁獲されている¹⁾。瀬戸内海中央部に位置する燧灘（図1）において本種は主に機船船びき網漁業（以下，「船びき網」と称する）で漁獲され，主に煮干しとして出荷されている。この海域では，前年に生まれた産卵親魚群および春と夏に発生する群（以下，「産卵親魚群」，「春季発生群」，「夏季発生群」と称する）があり²⁾，チリメン，カエリ，小羽，中羽と成長し，船びき網の漁獲対象となる。1985年には燧灘で約5万トンのカタクチイワシが漁獲されたが，それ以降，漁獲量は大きく減少し1990年代後半には1万トン以下となった³⁾。

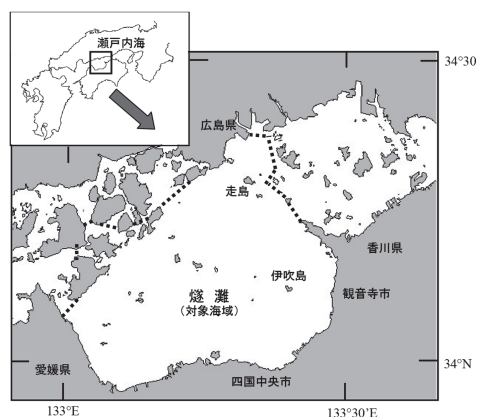


図1 瀬戸内海燧灘における機船船びき網の漁場。点線と陸地で囲まれる海域が対象漁場

- * 1 現所属：香川県農政課
- * 2 愛媛県農林水産研究所水産研究センター栽培資源研究所
- * 3 広島県立総合技術研究所水産海洋技術センター
- * 4 独立行政法人水産総合研究センター瀬戸内海区水産研究所
- * 5 現所属：独立行政法人水産総合研究センター日本海区水産研究所

漁獲量の減少に伴い船びき網の経営は厳しくなり、経営安定化を目的として、1993年から燧灘を漁場とする広島県、愛媛県、香川県の瀬戸内海機船船びき網(網船約10トン；以下、「パッチ網」と称する)漁業者が3県カタクチイワシ漁業者検討会で協議し、定期休漁日の設定等、カタクチイワシの資源管理を実践してきた⁴⁻⁶⁾。そして、2005年からは、これまでの組織に愛媛県のいわし機船船びき(網船約5トン；以下、「小パッチ」と称する)漁業者を加えて、資源尾数水準を現状維持する資源回復計画に基づき、漁期の短縮を主たる措置とする資源管理が行われるようになった³⁾。この資源管理計画を効率的かつ確実に推進するためには、燧灘におけるカタクチイワシ資源の水準ならびに利用状況(漁獲率)の情報が不可欠である。しかしながら、これまでは、1952~1988年の漁獲変動の考察⁷⁾、1995~1997年の燧灘東部⁴⁻⁶⁾および1989~1995年の広島県東部²⁾の資源水準推定がされているのみであり、1990年代以降の燧灘におけるカタクチイワシ資源の推定は行われていない。本研究では、3県の煮干し出荷量データを用いて、1993年~2011年の燧灘における漁獲の主体である春季発生群の初期資源量の推定を行った。

材料と方法

使用データ

燧灘における広島県、愛媛県、香川県の船びき網で漁獲されたカタクチイワシ(シラスを含む)は、主に船びき網の自家加工場で煮干しに加工され、大きさ(銘柄)別に選別される。その後、原則週3回開かれる地元の漁業協同組合連合会の共販に銘柄別の煮干しで出荷される。銘柄は、チリメン(大きさの目安：煮干し全長1~3cm)、カエリ(3~4cm)、小羽(4~6cm)、中羽(6~8cm)、大羽(8cm以上)が基本となっているが、愛媛県ではこれ以外に中小羽(5~8cm)がある。また、1993~1996年の広島県の共販では小羽、中羽、大羽が区別されずに、「煮干し」銘柄として集計されていた。広島県、愛媛県、香川県のパッチ網については1993~2011年までの各県漁業協同組合連合会の共販出荷量データを用いるが、愛媛県の小パッチは1993~1996年までのデータが整理されておらず、1997~2011年の共販出荷量データを用いる。そのため、1993~1996年の漁獲尾数や初期資源量の結果については過小評価されている。

漁獲されたカタクチイワシは、普通2~3日後の共販に出荷されるが、便宜的に共販日を漁獲日とみなした。漁獲尾数は銘柄別共販量を、その銘柄に対応する煮干し1尾あたりの平均重量(表1)で除して求めた。

燧灘で漁獲されるカタクチイワシの産卵時期による区別については、チリメン共販量の季節変動や高場の春季発生群と夏季発生群の区別の方法²⁾を参考にして、大羽と6月上中旬の小羽・中小羽・中羽を「産卵親魚群」、6月上旬から8月中旬のチリメン、6月上旬から8月下旬のカエリ、6月下旬から10月上旬までの小羽・中小羽・中羽を「春季発生群」、8月下旬以降のチリメン、9月上旬以降のカエリ、10月中旬以降の小羽・中小羽・中羽を「夏季発生群」とみなした。

表1 煮干し銘柄別の1尾あたりの重量

銘柄	1尾あたりの重量 (g)
大羽	1.79
中羽	1.28
中小羽	0.76
小羽	0.24
カエリ	0.11
チリメン	0.02
煮干*	0.80

*：1993~1996年広島県の小羽、中羽、大羽

初期資源量の推定

燧灘で漁獲される産卵時期の異なるカタクチイワシのうち、本研究では最も漁獲の多い²⁾春季発生群の初期資源量(6月1日時点での資源尾数)を推定した。初めに春季発生群の旬別の漁獲尾数(自然対数変換)の推移(傾き)から全減少係数Zを求めた。Z推定の際、経過期間と対数変換した漁獲尾数に5%水準で有意差が認められない場合やZが負の値や漁獲実態に相応しくない値になる場合には外れ値を除外した。カタクチイワシの自然死亡係数Mを0.003/旬として²⁾、ZからMを減じてターミナルF(Tr-F)を算出した。旬別の漁獲尾数、Tr-F、Mからシングルコホート解析^{7,8)}を用いて旬別資源量を算出し、初期資源量、終期資源量(11月30日時点での資源尾数)を求めた。

結果および考察

広島県、愛媛県、香川県のパッチ網と愛媛県の小パッチの平均共販重量は、それぞれ336.9トン(11.6%)、799.8トン(27.6%)、1,593.6トン(54.9%)、171.7トン(5.9%)となった。広島県、愛媛県、香川県のパッチ網と愛媛県の小パッチの銘柄別共販量をみると(図2A)、各県・各漁法で重量組成が異なった。広島県のパッチ網はチリメンが41%、カエリが26%と仔魚や稚魚を、愛媛県の小パッチは、カエリ47%、小羽28%と稚魚を多く漁獲していた。また、両者は大羽をほとんど漁獲していなかった(重量割合2%以下)。愛媛県と香川県のパッチ網では、香川県がチリメンとカエリの割合が高いものの、小羽から大羽の未成魚から成魚を中心に漁獲していた。このように同じ燧灘を漁場としていて

も操業場所や漁法の違いによって漁獲されるカタクチイワシの大きさが異なることが明らかとなった。漁獲尾数では(図2B), すべての県においてチリメンが主体で, 次にカエリとなり, 両者で67~97%を占めていた。このことから, チリメンとカエリの漁獲量(共販量)が資源尾数を推定する際に重要となることが示された。

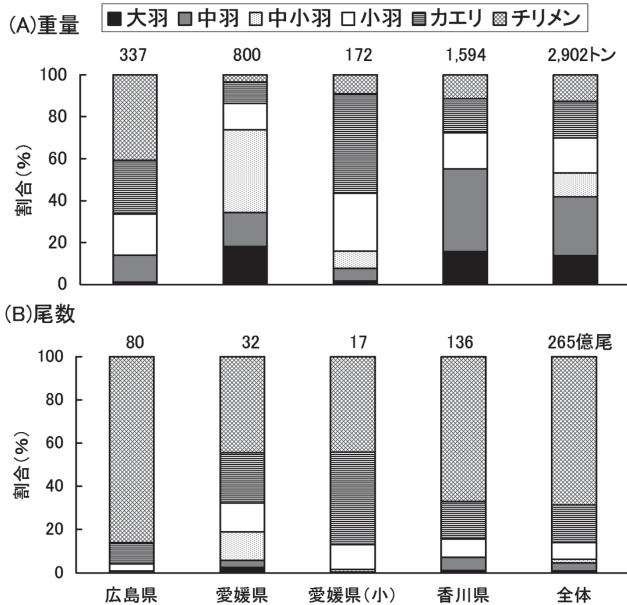


図2 銘柄別煮干し共販の重量および尾数割合。棒グラフの上の数字は1993~2011年(広島県パッチ網と愛媛県小パッチは1997~2011年)の平均値

産卵親魚群, 春季発生群, 夏季発生群の漁獲尾数の年変動はそれぞれ0.31~9.44億尾, 97.2~415.7億尾, 0.08~100.72億尾で, 春季発生群の漁獲尾数が全漁獲の76.4~99.2%(平均: 94.7%)を占めていた(図3)。産卵親魚群の経年傾向をみると, 1993~1998年まで1億尾以下であったが, 1999年以降, 2001年と2007年を除いて1.47億尾以上であった。さらに, 2009年以降の3年間は4.08~9.44億尾となり, 増加傾向がうかがえる。春季発生群の漁獲尾数は, 1990年代後半には200億尾以下であったが, 2000年以降増加し, 2004年を除き2008年まで267.0~415.7億尾であった。2009年以降に漁獲尾数が減少し, 2011年には1993年以降で最も少なくなった。夏季発生群の漁獲尾数には経年的な傾向はみられず, 数年に一度の割合で10億尾を超える年があった。

春季発生群の旬別漁獲尾数の季節変動をみると, 6月下旬から7月下旬にピークとなり, それ以降, 漁獲尾数が減少した(表2)。半分以上の年で7月上旬にピークとなっていた。1993~2005年までは, 早いときには6月下旬, 遅くても7月中旬にピークに至っていたが, 2006年以降は, 早くても7月上旬, 遅いときには

7月下旬にピークに至るようになり, 漁獲尾数の最盛期が遅くなっている傾向がみられた。なお, 1993~2011年のターミナルFは0.23~0.85で変動した。

春季発生群の初期資源量, 終期資源量, 漁獲率(=漁獲尾数/初期資源量)は, それぞれ121.8~475.2億尾, 0.00~10.91億尾, 79.8~88.6%であった(表3)。初期資源尾数は, 1990年代後半に200億尾前後であったものが, 2000~2008年は, 2004年を除いて, 300~450億尾程度となった(図4)。2009年以降は300億尾を下回り, 2011年は121.8億尾と推定された。愛媛県と香川県のパッチ網では, 脂肪含有率が高く煮干し加工に不向きな「脂イワシ」の出現によって休漁することがあり⁹⁾, 漁獲圧の減少によって初期資源量は過小評価されることになる。しかしながら, 「脂イワシ」は中羽を中心とする漁獲尾数割合の小さい銘柄で発生するため, 「脂イワシ」による休漁によって, 漁獲尾数が大きく減少することはないと考えられる。したがって, 初期資源量の過小評価は, CPUEや努力量などによるチューニングを必要とするほど大きいものではないと推察される。さらに, カタクチイワシの春季発生群の漁獲率はほとんどの年で85%以上と高く, コホート解析の特徴⁸⁾(漁獲圧が高いほど推定値が信頼でき, 自然死亡係数Mを変えても相対的なトレンドは変わらない)から, 初期資源量推定値の信頼度は高いものと考えられる。終期資源量は0.00~10.91億尾となった。漁獲状況の聞き取りから, 経年的な傾向は合っていたが, 推定値としては変動幅が大きかった。この推定値の信頼度に関しては, 高齢魚の推定値の信頼度が低くなるという一般的なコホート解析の特徴によるものである。

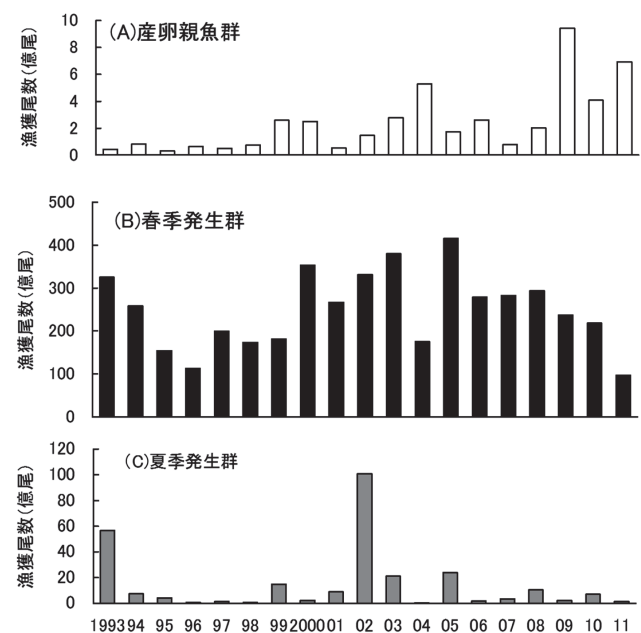


図3 1993~2011年の産卵親魚群, 春季発生群, 夏季発生群の漁獲尾数の経年変動

表2 春季発生群の旬別の漁獲尾数漁獲尾数とターミナルF (Tr-F)

年/旬	6月中旬	6月下旬	7月上旬	7月中旬	7月下旬	8月上旬	8月中旬	8月下旬	9月上旬	9月中旬	9月下旬	10月上旬	合計	Tr-F
1993	7.0	68.2	101.3	99.7	24.3	11.8	6.2	6.3	0.4				325	0.40
1994	2.1	77.6	98.9	41.9	16.4	12.2	5.8	3.2	0.3	0.2			259	0.48
1995	6.5	57.7	32.1	20.8	16.1	9.1	3.8	7.2	1.1	0.0			154	0.49
1996*	3.3	1.7	29.5	12.5	29.3	21.7	5.2	8.7	1.3	0.0	0.0	0.0	113	0.39
1997	9.4	32.0	60.5	40.0	20.9	18.5	8.9	7.6	1.5	0.4			200	0.35
1998	2.6	34.2	67.2	25.9	29.3	8.5	3.6	1.7	0.3	0.0	0.0	0.0	173	0.85
1999	5.6	19.9	29.0	53.4	27.5	20.4	21.3	3.0	0.4	0.5	0.2	0.1	181	0.50
2000	9.0	22.2	63.5	132.0	63.5	34.0	13.0	11.2	2.7	1.0	0.8	0.3	353	0.39
2001		15.8	86.4	89.4	36.2	25.0	6.0	5.1	0.4	0.4	1.7	0.8	267	0.49
2002	23.0	70.6	102.7	63.2	39.8	13.8	3.9	7.6	4.1	1.5	0.7	0.1	331	0.48
2003	19.6	86.7	85.9	76.3	61.0	30.7	8.2	9.6	0.4	0.7	0.5	0.0	380	0.61
2004	19.2	36.6	59.1	30.3	15.7	11.1	3.2	0.0					175	0.76
2005	29.2	88.3	77.2	128.4	49.4	30.3	5.5	6.6	0.3	0.0	0.4	0.1	416	0.77
2006 ^s	1.3	10.9	46.6	80.4	97.2	20.3	5.2	12.7	3.8	0.0			278	0.47, 0.70
2007*	18.4	50.7	86.7	45.2	21.0	23.2	11.5	14.9	7.9	2.3	0.5	0.0	282	0.43
2008 ^s	15.7	63.9	77.7	54.1	39.2	20.2	7.8	9.0	6.4		0.1		294	0.36, 0.45
2009*	20.9	23.7	44.9	38.0	67.6	15.9	8.0	11.9	3.2	3.3	0.0		237	0.23
2010		44.5	64.2	37.0	39.9	17.9	7.7	5.6	0.2	0.4	0.1		218	0.64
2011*	0.4	2.4	2.5	9.0	36.9	31.6	10.8	2.9	0.1				96	0.78

*: Tr-F算出の際にデータを除去した年, 斜体: Tr-F算出の際に除去したデータ

^s: 2006年と2008年は、網掛けデータを使用した場合と除去した場合の2通りでTr-Fを算出したため、Tr-Fが2つ示されている

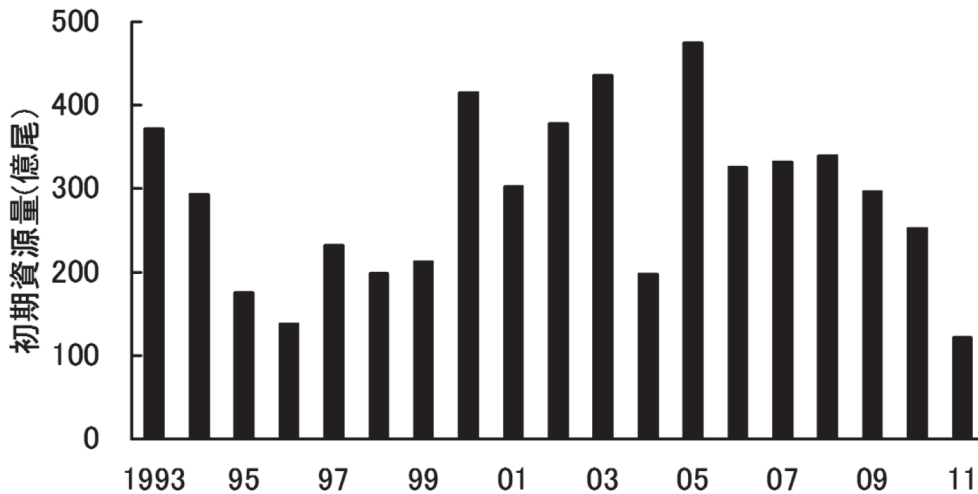


図4 1993~2011年の春季発生群の初期資源量の経年変動

表3 初期資源量, 終期資源量, 漁獲率および旬ごとの資源尾数

初期資源量 (億尾)	終期資源量 (億尾)	漁獲率 (%)	旬ごとの資源尾数(億尾)															
			6月中	6月下	7月上	7月中	7月下	8月上	8月中	8月下	9月上	9月中	9月下	10月上				
1993	371.8	0.63	87.4	359.7	341.1	263.1	155.0	52.2	26.6	14.2	7.7	1.3						
1994	293.2	0.27	88.2	283.6	272.4	187.3	84.1	40.2	22.8	10.1	4.1	0.8	0.6					
1995	175.8	0.06	87.7	170.1	158.2	96.4	61.8	39.4	22.3	12.6	8.5	1.2	0.1					
1996	138.4	2.10	81.7	133.9	126.3	120.5	87.6	72.5	41.4	18.8	13.1	4.2						
1997	232.2	0.81	86.0	224.7	208.1	169.8	104.9	62.2	39.6	20.2	10.8	3.1	1.5					
1998	198.1	0.00	87.6	191.7	182.9	143.3	72.6	44.8	14.6	5.8	2.1	0.4	0.1	0.0	0.0			
1999	212.8	0.08	85.1	205.9	193.7	167.8	133.9	77.1	47.6	26.0	4.3	1.2	0.8	0.3	0.2			
2000	414.9	0.59	85.1	401.4	379.5	345.4	271.8	133.4	66.6	31.1	17.3	5.8	3.0	1.9	1.1			
2001	302.3	0.99	88.3		292.5	267.5	174.0	80.6	42.5	16.6	10.2	4.9	4.3	3.8	2.0			
2002	378.2	0.18	87.6	365.9	331.4	251.2	142.2	75.5	34.0	19.3	14.9	7.0	2.7	1.1	0.4			
2003	435.9	0.03	87.1	421.8	388.8	290.9	197.1	115.7	52.0	20.2	11.5	1.7	1.3	0.5	0.1			
2004	197.8	0.01	88.6	191.4	166.3	124.9	62.8	31.0	14.6	3.3	0.0							
2005	475.2	0.08	87.5	459.8	416.1	315.8	229.7	96.2	44.6	13.5	7.6	0.9	0.6	0.6	0.2			
2006	324.2~327.2	0.00~4.81	85.1~85.9		306.3	289.6	234.4	147.8	47.7	26.2	20.2	7.1	0.0					
2007	331.9	0.05	85.0	310.7	282.6	223.5	131.2	82.5	59.2	34.5	22.1	6.8	1.9	0.6	0.1			
2008	338.3~341.4	0.12~10.91	86.1~86.9	327.3	310.4	237.5	153.5	95.3	53.7	32.2	23.5	13.9	0.1	0.1				
2009	296.5	10.17	80.1	286.8	257.0	225.4	173.9	130.9	60.3	42.7	33.5	20.7	16.6					
2010	252.4	0.14	86.5		236.3	184.9	115.8	75.7	34.0	15.3	7.3	1.6	1.0	0.3				
2011	121.8	2.19	79.8	117.9	113.6	107.6	101.7	89.6	50.4	17.8	6.6							

近年、広島県の一部のパッチ網漁業者が生のカタクチイワシを共販を通さない出荷形態の加工業者に直接販売（生売り）しているため、共販のデータを用いた集計では漁獲尾数が実際より少なく、資源尾数の推定値が過小評価になっていることが問題となってきている。精度の高い資源推定を継続して行うには、「生売り」の実態調査を行っていく必要があるだろう。

謝 辞

データ収集等にご協力いただいた愛媛県、広島県、香川県の漁業協同組合連合会の職員の皆様およびカタクチイワシの資源管理に関わった愛媛県、広島県、香川県の研究機関の職員の皆さんにお礼申し上げます。

文 献

- 1) 水産庁：2012, II - 2 海面漁業主要魚種別生産量及び生産額の推移. 平成24年度水産白書, 177.
- 2) 高場 稔：2000, 広島県東部海域のカタクチイワシ資源尾数の推定. 「平成11年度資源評価体制確立推進事業報告書-事例集-」(水産資源保護協会編), 東京, 107-115.
- 3) 水産庁：2005, カタクチイワシ瀬戸内海系群(燧灘)資源回復計画. http://www.jfa.maff.go.jp/j/suisin/s_keikaku/pdf/katakuti.pdf
- 4) 広島県・愛媛県・香川県：1996, 平成7年度資源管理型漁業総合対策推進事業報告書(瀬戸内海西海域, カタクチイワシ). 26pp.
- 5) 香川県・愛媛県・広島県：1997, 平成8年度資源管理型漁業総合対策事業管理計画策定調査報告書(瀬戸内海西海域, カタクチイワシ). 8pp.
- 6) 香川県・愛媛県・広島県：1998, 平成9年度資源管理型漁業総合対策推進事業報告書(瀬戸内海西海域, カタクチイワシ). 16pp.
- 7) 島本信夫・石岡清英：1988. 単一年級群のコホート計算(後退法). 「パソコンによる資源解析プログラム集」(東海区水産研究所数理統計部編), 東京, 151-158.
- 8) 平松一彦：2001, 3. VPA (Virtual Population Analysis). 「平成12年度資源評価体制確立推進事業報告書-資源解析手法教科書-」(水産資源保護協会編), 東京, 104-128.
- 9) 山本昌幸・中山博志：2013, カタクチイワシ煮干における「脂イワシ」評価基準の検討. 水産技術 5, 179-182.