

計量魚探と中層トロール網を用いた浮魚類の魚種判別方法

安木 茂

Distinguish of Pelagic Fish Stock by use of Quantitative Echo Sounder and Midwater Trawl

Shigeru Yasugi

Abstract: Echo sounder investigations and midwater trawling samplings were performed in order to establish the distinguish method of the pelagic fish stock, in the south western Japan Sea off Shimane. The record of echo sounder can be divided into five types, compared to the catch population. Echo sounder record of sternoptychid fish, *Maurolicus muelleri*, showed the same pattern regardless of the difference of the both size compositions and population density. Pattern of anchovy showed results approximately similar to that of sternoptychid fish, *Maurolicus muelleri*. It is seen that the difference of echo sounder patterns of the horse mackerel is influenced by the difference of size composition. Moreover, when taking into consideration habitation water temperature and depth of water, it was suggested that the possibility of distinction becomes high.

キーワード：日本海南西部，魚群映像，キュウリエソ，カタクチイワシ，マアジ

複数の魚種が混在する海域における魚群探知機映像の魚種判別方法として，魚探反応の形状や使用した周波数などを詳細に分析し，統計的に魚種の判別を行う方法が研究されている¹⁾。しかしながら，日本海南西海域において，このような手法を用いて魚種判別を行った事例は少ない。

本研究では，浮魚類の資源量を迅速かつ簡便に推定することを最終目的として，計量魚群探知機と中層トロール網を用い，魚群量を直接計測するために必要な魚種判別方法の開発をするための調査を行った。その結果，魚探映像パターンと漁獲された魚群との間にいくつかの関係が見出されたので報告する。

調査方法

1999年4月から2001年4月にかけて島根県沖を中心とする日本海南西部沿岸海域(図1)において，島根県水産試験場調査船「島根丸」(142総トン)を用

いて魚群探知機と中層トロールによる調査を実施した。

魚群探知機による調査は，調査船を船速約12ノットで航行させ，魚探映像のパターンを観察するとともに，魚探映像記録の収集を行った。魚群探知機は「島根丸」装備のフルノ社製のFQ-70(計量魚探)およ

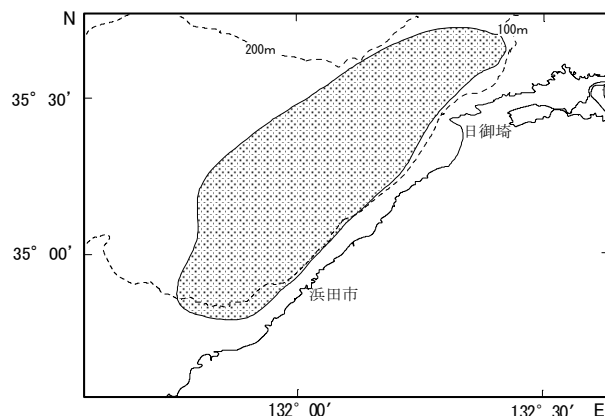


図1. 魚群探知機と中層トロールの調査海域。

びFCV-10の2機種を使用した。FQ-70は周波数50 kHzと200 kHzの2周波を併用し、主に現存量推定のために必要なSv値(体積後方散乱強度)を収録するために用い、FCV-10は魚探映像解析のために周波数24 kHzで稼動しながら魚探調査を実施した。

中層トロールによる調査は、魚探映像に映った「魚群」の採集を目的として行った。中層トロール網による採集は昼間に行い、網口を対象とする「魚群」の位置に移動させるように船速とワープ長を調節した。調節にはネットレコーダーを用い、併せて「魚群」の入網確認も行った。中層トロール網は(株)東洋漁網社製で網口幅約20 m、網口高さ約10 m、コッドエンド目合12 mmのものをを用いた。

採集した生物は冷蔵または凍結保存して陸上に持ち帰り、種類別に個体数・重量を測定した。ただし、マアジ、キュウリエソなどが大量に漁獲された場合、船上で大まかな重量を確認した後その一部を持ち帰り、個体数・重量を測定し、重量比率により全漁獲物の個体数を推定した。体長組成は持ち帰った試料から求めた。また、中層トロールによる採集後、STD(アレック電子社製)による海洋観測を行い、水温・塩分の鉛直データを得た。

結 果

日本海南西沿岸海域に出現する魚群反応パターンの分類 調査船島根丸によって得られた日本海南西沿岸海域における魚群反応には特徴的な形状をしたいくつかのパターンが見られた。そこで、魚群反応画像の目視判読の指針とするため、得られた画像に基づいてこれらの特徴的な魚群反応パターンの類型化を試みた。魚探による反応は、船速により変化するため、ここでは船速10~13ノットで得られた画像を用いた。

得られた反応パターンを(1)山脈型、(2)紡錘型、(3)米粒型、(4)楔型、(5)DSL状の5つに類型化した結果を図2に示した。「山脈型」は海底から立ち上がったいくつもの山状の反応で、数マイルから数十マイルにわたり連なっている。山の頂上付近は反射強度が強いが、中腹から裾野にかけて徐々に弱くなる。「紡錘型」は大きな単体の反応である場合が多く、中層付近によく出現し、反射強度も強い。「米粒型」は中層域に出現し、紡錘型を縮小したような反応で、連続した反応になりやすい。「楔型」はその名のとおりの楔形の形状をしており、反射強度は強い。「DSL状」はもやもやとした層状の反応で、反射強度は弱

い。1999年4月から2001年7月にかけて行った合計46回の調査時に出現した画像をこれら5つのパターンに分類した結果を表1に示した。

魚探反応パターンと中層トロール漁獲物との関係

前節で類型化した魚群反応パターンと中層トロールによって得られた漁獲物との比較は次の①~④の条件を満たした調査回次について検討した。すなわち、①同一のパターンが連続して出現し、②ネットレコーダーにより対象とする魚群が入網したと確認され、③主要魚種が全漁獲個体数の65%を超え、④主要魚種が100個体以上採集された場合である。条件を満たした事例はマアジが12例、キュウリエソが7例、カタクチイワシ3例、スルメイカが2例であった(表2)。

マアジは、水深30 m~50 m付近に米粒状(3型)あるいは楔形(4型)の反応が出現し、連続して分布していたが(図3)、2001年7月の2例のみ山脈型(1型)のパターンを示した。漁獲物組成は2001年5月30日の1例を除いてマアジが90%以上を占めており、マアジ以外の混獲魚はカイワリ幼魚、メダイ幼魚、スルメイカ幼魚であった。キュウリエソは1999年11月11日の例を除き、海底から山脈状に立ち上がった反応(1型)で数マイルから数十マイル連続して出現した(図4)。キュウリエソ以外の魚種は漁獲されなかった。カタクチイワシは3例とも海底に密着した紡錘状の反応(2型)であった。(図5)。スルメイカは1999年の6月に2回漁獲されたが、画像は2型と3型とが1例ずつ出現した。尾数の占有率は87%と66%で他の魚種に比べやや低かった。

次に漁獲された標本について、魚種別にその体長組成および漁獲尾数と映像パターンとの関係について検討した。キュウリエソでは、8万尾以上がまとめて漁獲された場合の体長組成を図6に示した。体長組成は単峰型と多峰型の2つのパターンが認められるにも関わらず得られた魚群探知機の画像は同一の山脈状のパターン(1型)であった。また、5型(DSL状)を示した1999年11月11日の1例を除けば漁獲尾数の多寡によっても映像パターンに差は認められず、1型(山脈型)であった。漁獲尾数が魚群の密度を反映しているとする、キュウリエソについては体長組成や密度の変化に関わらずほぼ同様な映像パターンを示すと考えられる。

採集されたマアジの体長組成には年により顕著な差異が見られる(図7)。1999年6月16~25日に採集された魚群では体長モードが60~80 mmであるのに対して、2001年5月30日~7月4日のそれでは

表 1. 中層トロール調査結果 (曳網開始と終了時の時刻と位置および魚群映像のパターン).

期日	開始			終了			反応パターン (図 2)
	時刻	緯度 (N)	経度 (E)	時刻	緯度 (N)	経度 (E)	
1999.04.12	11:50	35°08.38'	131°55.11'	12:48	35°05.43'	131°56.38'	1
1999.04.15	13:28	35°11.55'	131°56.23'	14:31	35°10.85'	132°00.57'	1
1999.04.20	07:22	35°39.84'	132°37.93'	07:58	35°41.51'	132°39.52'	1
1999.04.20	11:25	35°44.21'	132°54.25'	13:12	35°41.32'	132°48.49'	2
1999.06.08	13:15	35°20.90'	132°25.90'	14:30	35°17.60'	132°23.20'	2
1999.06.08	15:40	35°18.80'	132°23.20'	17:35	35°17.70'	132°24.14'	3
1999.06.09	08:17	35°15.50'	132°15.49'	09:47	35°12.13'	132°11.48'	2
1999.06.16	12:28	35°58.79'	132°01.64'	13:25	35°57.70'	132°05.67'	3
1999.06.21	15:50	35°07.10'	132°14.59'	17:40	35°04.08'	132°09.01'	3
1999.06.22	11:17	34°49.74'	131°45.85'	11:57	35°50.85'	131°48.57'	4
1999.06.22	13:06	34°49.75'	131°45.17'	14:02	34°5.36'	131°49.19'	4
1999.06.23	12:45	34°48.44'	131°42.26'	14:00	34°50.45'	131°47.69'	4
1999.06.25	13:52	34°56.69'	131°58.18'	14:31	34°59.21'	131°58.74'	4
1999.06.28	11:39	35°09.65'	131°56.50'	12:36	35°11.03'	132°00.56'	2
1999.06.28	13:39	35°08.50'	131°59.12'	14:09	35°09.21'	131°01.37'	5
1999.09.16	13:13	35°09.15'	132°16.23'	14:01	35°09.15'	131°13.07'	2
1999.09.20	12:40	35°05.81'	131°48.26'	13:25	35°08.00'	131°50.20'	2
1999.10.20	13:49	35°10.01'	132°05.90'	14:41	35°08.69'	132°04.00'	5
1999.11.10	15:00	35°47.49'	132°24.69'	15:35	35°47.12'	132°22.69'	1
1999.11.11	10:47	35°38.92'	132°18.55'	11:28	35°36.90'	132°20.20'	5
1999.11.18	13:40	35°26.98'	132°16.32'	14:15	35°27.38'	132°18.61'	1
1999.11.19	10:22	35°30.83'	132°24.88'	10:53	35°31.03'	132°23.09'	1
1999.11.24	15:49	35°03.03'	131°11.93'	16:20	35°01.68'	131°12.30'	2
2000.01.24	12:34	35°21.73'	132°16.04'	13:12	35°20.44'	131°17.92'	1
2000.02.03	13:04	35°22.25'	132°15.45'	13:48	35°21.64'	131°18.14'	1
2000.02.03	14:57	35°22.30'	132°17.44'	15:52	35°21.07'	132°14.70'	1
2000.02.03	16:58	35°22.49'	132°17.36'	17:14	35°22.51'	132°18.36'	1
2000.02.14	15:05	34°58.10'	132°01.91'	15:24	34°59.01'	132°03.22'	2
2000.07.18	12:42	35°19.55'	132°15.69'	13:40	35°21.29'	132°18.68'	1
2000.09.14	12:12	35°12.74'	131°52.18'	12:53	35°12.53'	131°51.16'	1
2000.11.22	12:55	35°04.45'	131°54.78'	13:25	35°04.19'	131°53.21'	5
2001.05.23	13:57	35°00.94'	132°01.44'	14:30	34°59.94'	132°01.67'	5
2001.05.25	10:32	35°00.72'	131°58.63'	11:07	34°59.51'	131°58.09'	5
2001.05.28	13:10	35°22.49'	132°18.64'	13:40	35°22.09'	132°20.08'	1
2001.05.29	07:42	35°13.02'	131°40.05'	08:21	35°14.16'	131°41.21'	3
2001.05.30	12:17	35°09.75'	131°40.21'	12:43	35°10.35'	131°41.19'	1
2001.05.30	13:47	35°09.21'	131°40.32'	14:08	35°08.51'	131°40.72'	3
2001.05.31	11:24	35°02.27'	131°49.14'	12:05	35°01.10'	131°50.65'	5
2001.06.07	11:47	35°07.95'	131°58.77'	12:30	35°09.26'	132°00.30'	2
2001.06.11	12:37	35°24.18'	132°00.29'	13:10	35°23.32'	131°58.79'	3
2001.06.22	13:40	34°54.93'	131°57.49'	14:10	34°54.69'	131°57.36'	3
2001.06.26	13:50	34°54.10'	131°48.28'	14:23	34°53.87'	131°50.05'	3
2001.07.04	10:55	34°53.72'	131°51.98'	11:21	34°54.01'	131°53.74'	1
2001.07.04	13:37	34°53.21'	131°34.95'	14:11	34°53.39'	131°34.94'	2
2001.07.05	10:48	34°53.64'	131°48.46'	11:24	34°54.13'	131°50.60'	1
2001.07.05	13:32	34°53.36'	131°39.44'	14:18	34°54.05'	131°41.66'	2

35~50 mm であった。魚群映像パターンの差は、一部例外があるものの、60~80 mm の「大型群」の反応は 4 型 (楔型) であり、一方、35~50 mm の「小型群」のそれは 3 型 (米粒型) であった。

カタクチイワシの体長組成にも大きな差があったが (図 8)、マアジと異なり映像パターンはすべて 2 型 (紡錘型) であった。

考 察

前節において中層トロールによる漁獲物と、魚群探知機で得られた魚群反応を比較検討した結果、魚群探知機の反応は魚群毎に類型化することが出来た。本節ではこれに水温と水深を加えて魚探反応から魚種判別を行うことを検討した。図 9 に前節で魚

表 2. 4つの条件(①連続した反応、②ネットレコーダーによる入網確認、③主要魚種が全漁獲個体数の65%以上で④個体数が100以上)を満たした中層トロール結果.

漁獲年月日	主要漁獲物	漁獲尾数	主要魚種の占める尾数割合	反応パターン(図2)
1999.06.16	マアジ	※7,495	98%	3
1999.06.22	マアジ	1,800	97%	4
1999.06.22	マアジ	1,500	96%	4
1999.06.23	マアジ	1,068	96%	4
1999.06.25	マアジ	800	91%	4
2001.05.29	マアジ	680	94%	3
2001.05.30	マアジ	160	75%	3
2001.06.11	マアジ	136	99%	3
2001.06.22	マアジ	※4,718	100%	3
2001.06.26	マアジ	※15,200	100%	3
2001.07.04	マアジ	※10,000	100%	1
2001.07.05	マアジ	※5,892	99%	1
1999.11.11	キュウリエソ	※20,000	100%	5
2000.01.24	キュウリエソ	※81,329	100%	1
2000.02.03	キュウリエソ	※112,269	100%	1
2000.02.03	キュウリエソ	※28,067	100%	1
2000.02.03	キュウリエソ	※112,269	100%	1
2001.05.28	キュウリエソ	※200,000	100%	1
2001.05.30	キュウリエソ	※133,636	100%	1
1999.06.28	カタクチイワシ	※5,591	100%	2
1999.09.16	カタクチイワシ	1,050	100%	2
2001.07.04	カタクチイワシ	※5,000	98%	2
1999.06.08	スルメイカ	1,169	87%	2
1999.06.08	スルメイカ	585	66%	3

※重量比による推定尾数

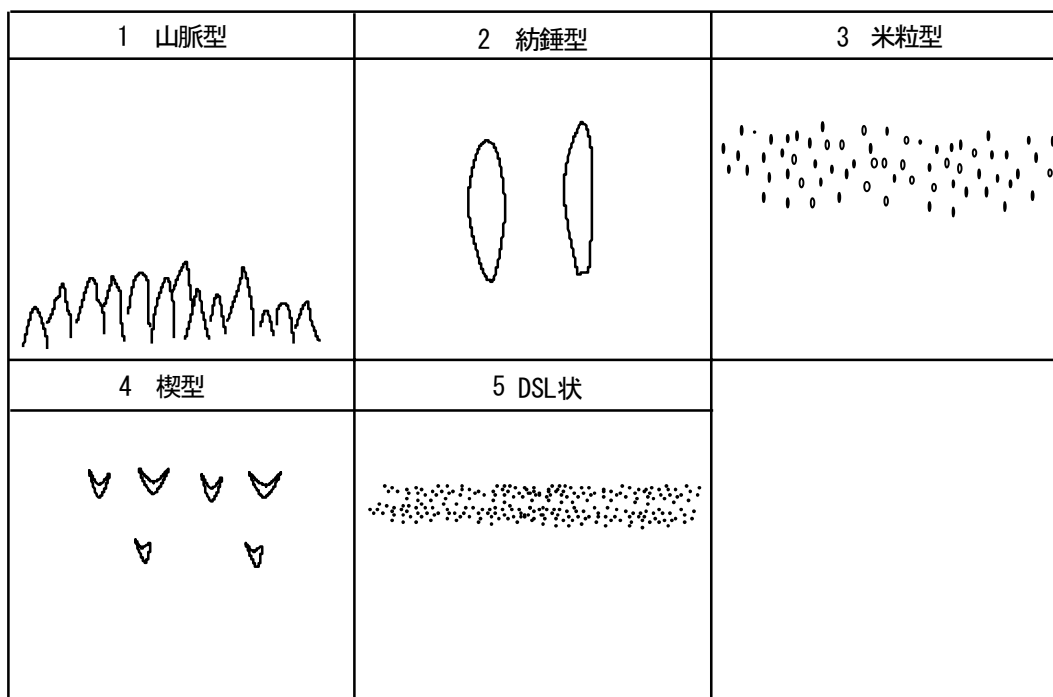


図 2. 魚群反応の5つのパターン.

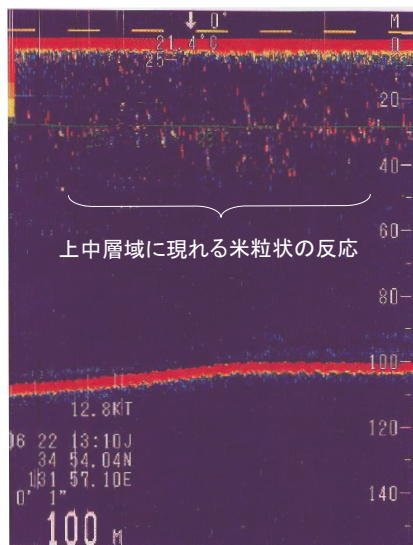


図3. マアジが漁獲されたときの代表的な反応.

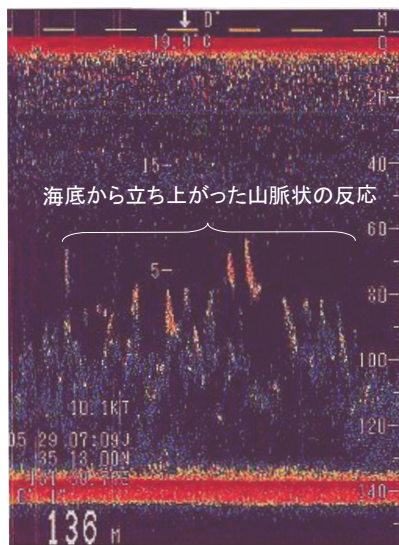


図4. キュウリエソが漁獲されたときの代表的な反応.

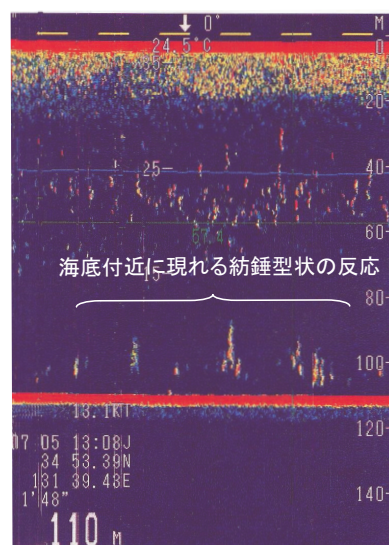


図5. カタクチイワシが漁獲されたときの代表的な反応.

群反応が類型化された魚種が漁獲された水深と水温を示した. その結果, マアジは水深 40 m~50 m の水温 17~20°C 前後, キュウリエソは水深 130 m~140 m 前後で, 水温が 15°C 以下, カタクチイワシは水深 100~130 m, 水温 15~20°C といったように魚種毎に明瞭な分布の違いが認められた. スルメイカの 2 例についてはマアジの分布域に含まれている.

このように, 対象魚種の鉛直的な分布域が水温と水深に規定されるとすれば, 水温と水深の 2 つの環境要因を加えることで映像パターンだけでは分離することが出来なかった魚種判定の可能性がある. たとえば, マアジ映像パターンの中に 1 型(山脈型)を示した事例が出現するが, これらは同じ 1 型を呈するキュウリエソの出現する水深・水温分布とは明らかに異なっており, これらを考慮すれば, 判別は容易である. スルメイカについては同じ 2 型(紡錘型)を示すカタクチイワシとの分離は水深条件で可能であるが, 今後さらに事例を重ねていく必要がある.

今回の調査では中層域に出現する魚群反応を対象に, 実際に魚探映像として現れたものを漁獲して検証したが, マアジの場合, そのほとんどが水深 40 m~50 m の中層域に出現した. しかし, マアジ幼魚は夜間は表層付近まで浮上し, 成長するに従い海底に密着した分布をすることが知られている. このことから, 今回行った魚探反応による魚種の分離は幼稚魚が 40~50 m 付近に層状に分布する日中で, しかも, 魚探反応として捉えることが出来る 3 cm 以上かつ浮遊遊泳生活期を終えて沿岸域での生活に移行す

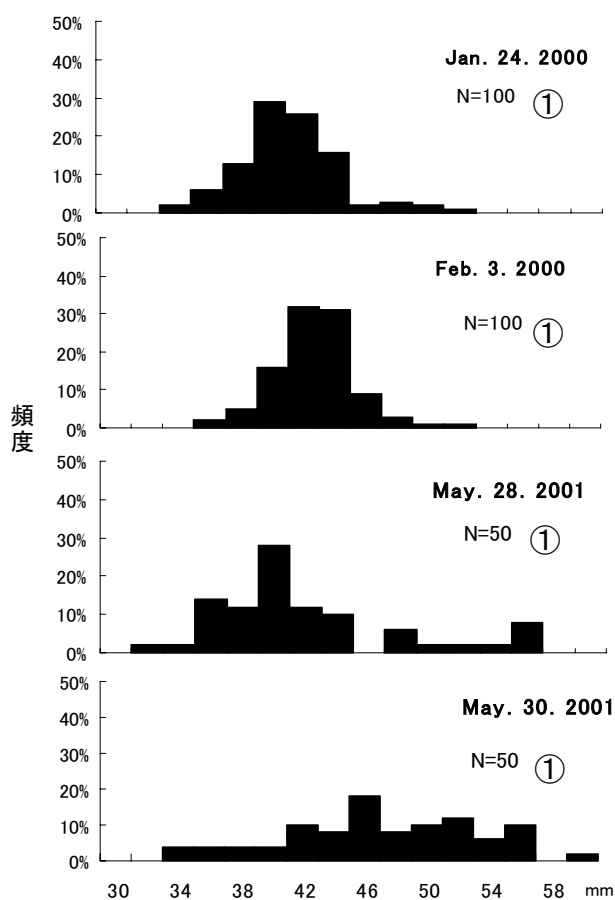


図6. キュウリエソの体長組成. 丸数字は反応のパターンを示す.

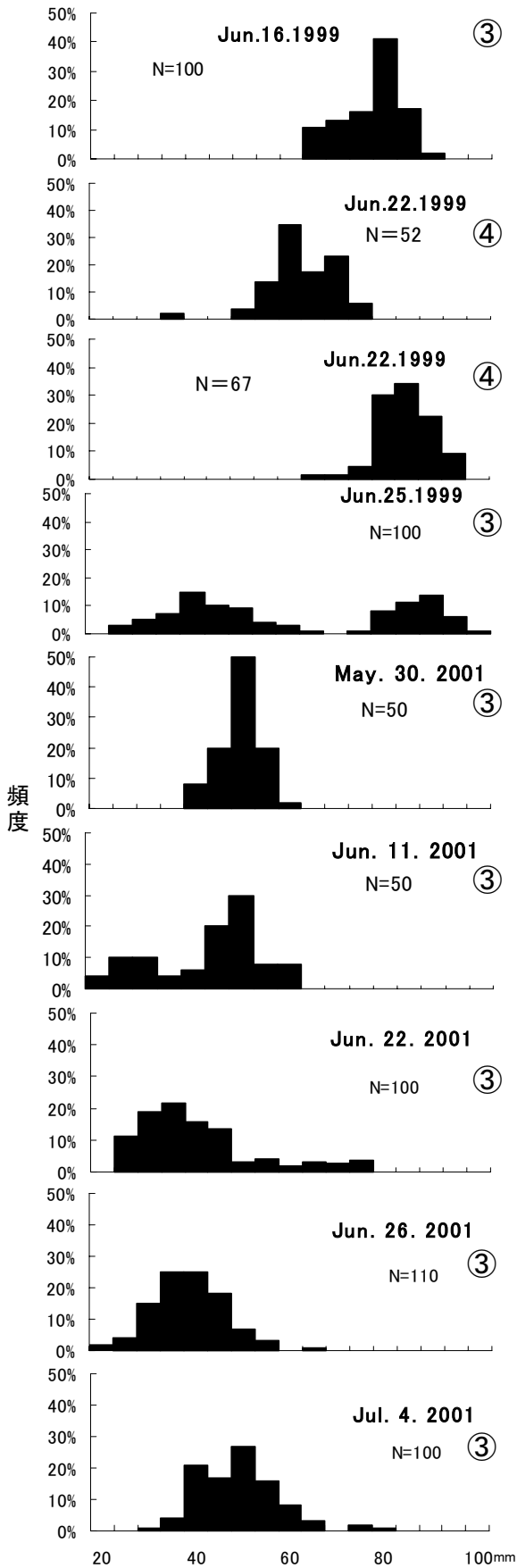


図7. マアジの体長組成. 丸数字は反応のパターンを示す.

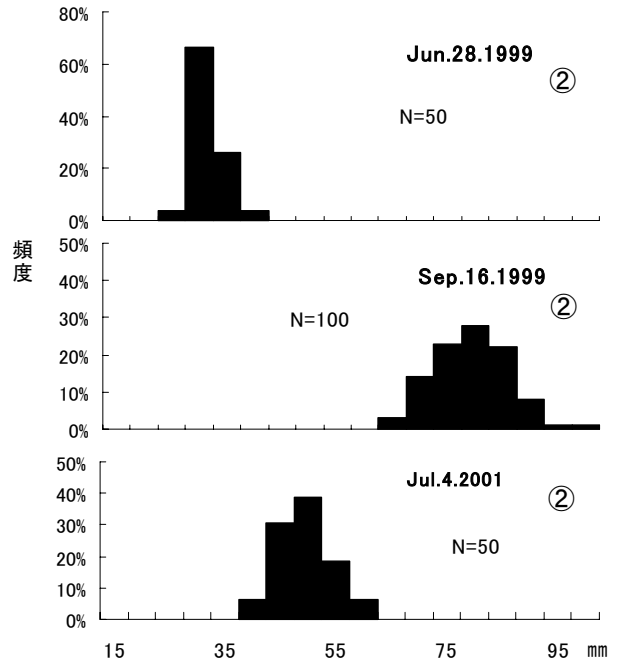


図8. カタクチイワシの体長組成. 丸数字は反応のパターンを示す.

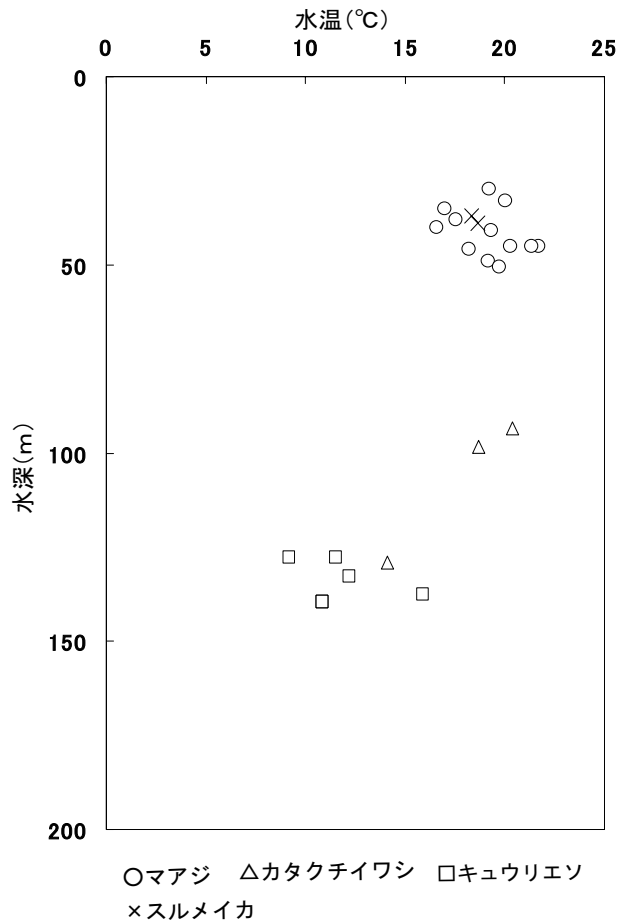


図9. 中層トロールによって採集された漁獲物の採集された水深と水温.

る^{2,3)}までの期間に限って有効な方法である。また、この期間にも魚体が成長するにつれ、現れる反応も米粒状から楔状へと変化することが体長組成の結果からも伺える。このことに留意すれば、マアジ幼魚の魚探による判別は容易に出来るものと考えられる。

キュウリエソは、体長組成の違いによらず魚探反応のパターンは一定であり、魚探反応と、反応の出現した水深ならびに水温を考慮すれば比較的容易に魚種の判別が出来るものと思われる。しかし、カタクチイワシの生息水深、水温、反応の形状とやや重なる部分があるため、注意する必要がある。また、カタクチイワシとスルメイカについては、調査回数が少なかったこと、魚探反応が明瞭でなかったことか

ら、今後さらなる事例を重ねる必要がある。

文 献

- 1) Jacques Masse, Constain Koutsikopoulos, Wilhelmina Patty: The structure and spatial distribution of pelagic fish schools in multispecies cluster: an acoustic study, ICES Journal of Marine Science, 53, 1996, pp.155-160.
- 2) 山田鉄男：対馬暖流開発調査報告書，第4輯，1958, pp.145-176.
- 3) 山田鉄男：日本海におけるマアジの分布と漁場に関する研究，長崎大学水産学部研究報告，28, 1969, pp.111-130.