

計量魚探を用いたマアジ調査

志村 健・氏 良介

The research of horse mackerel with a quantitative echo sounder

Tsuyoshi Shimura¹, Ryosuke Uji²

マアジ *Tracurus japonicus* (Temminck et Schlegel) はアジ科に属する魚で、日本近海の沿岸から沖合いに広く分布し、まき網漁業等によって漁獲されている。日本海のまき網漁業基地である境港における2001年の水揚げは約3万トンであった。近年では、この水揚の主体は九州北西部から東シナ海で発生したと考えられている0歳から1歳の幼魚であり、6月から9月の間に多く漁獲される。このマアジ0歳魚の沿岸域への加入には計量魚探による直接計測が有効であるが、日本海西部海域におけるマアジ0歳魚の知見は乏しく、計量魚探に現れる反応をマアジ幼魚として抽出できる段階に至っていない。音響調査を行う際に、対象とする魚群が鉛直移動する場合には、その動向を考慮して調査時間を設定する必要がある¹⁾。マアジ幼魚は、発生当初は表層を遊泳し、成長とともに海底の藻場等に定着する性質をもっているとされているが^{2,3)}、定着時期、昼夜の鉛直移動等については明らかにされていない。そこで本調査では、日本海西部海域の主漁場である隠岐諸島につながる大陸棚斜面部におけるマアジ幼魚の昼夜にわたる移動様式を計量魚探と中層トロールを用いて明らかにすることを目的とした。

材料および方法

調査は鳥取県水産試験場の試験船第一鳥取丸(199ton)を使用して行った。用いた計量魚探はKFC3000(カイジョー)、周波数は

38kHzである。調査実施前の校正には標準球を用いた。調査は2001年8月27~29日及び2002年8月27~28日の期間に、鳥取県赤碓沖水深64~263mの大陸棚および大陸棚縁辺部において夜間と昼間同じ定線を船速約10kt航走して魚探データを収集した(図1)。年別の定線は2001年a-b, b-c, c-d, 2002年はa-bである。また、中層トロールによる魚種判別を、特徴的な反応の見られた地点で2001年は計8回、2002年は計5回行った。用いた中層トロール網のコッドエンド目合いは12mmであり、曳網速度は船速2.5~3.0ノット、曳網時間は30分とした。得られた標本は船上で魚種別に重量を測定し、陸上で体長および体重を測定した。水温は調査定線上で海表面から海底直上までをメモリー式CTD(アレック電子社製AST-2016)を用いて観測した。

結果

音響調査

広範囲に渡って連続する音響散乱層と、局所的に現れる反応が確認でき、両年とも同じような特徴が見られた。2002年の調査で得られたSVデータから作成したa-bラインのエコーグラムを図2に示す。夜間に見られた特徴的な反応は、表層から水深50mまでの連続する層状の反応、100~160mの並行して連続する2層の反応および、海底直上に見られる濃密な帯状の反応である。昼間では全体的に夜間に比べ反応が弱く、中層にあった2層の

¹鳥取県水産試験場海洋漁業部

²栽培漁業センター

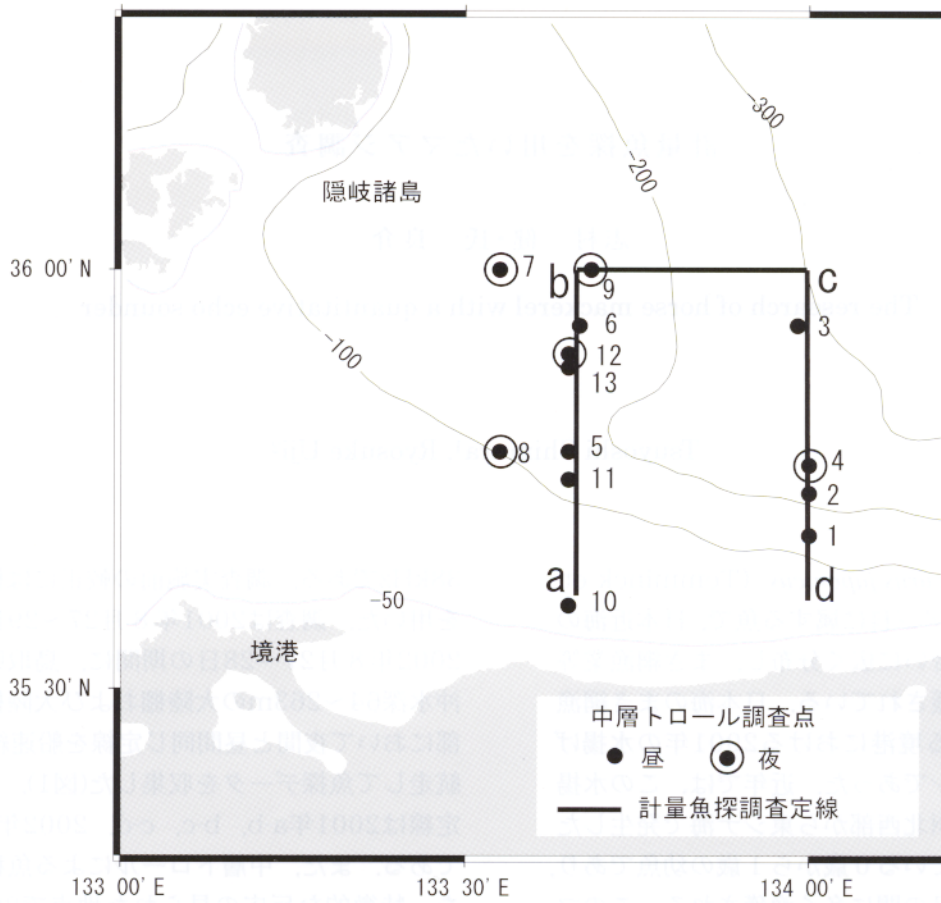


図1 計量魚探調査ラインとトロール調査地点
 2001年はa-b, b-cc-dラインで音響データを収集しSt.1~8でトロール調査を行い, 2002年はa-bラインで音響データを収集しSt.9~13でトロール調査を行った。

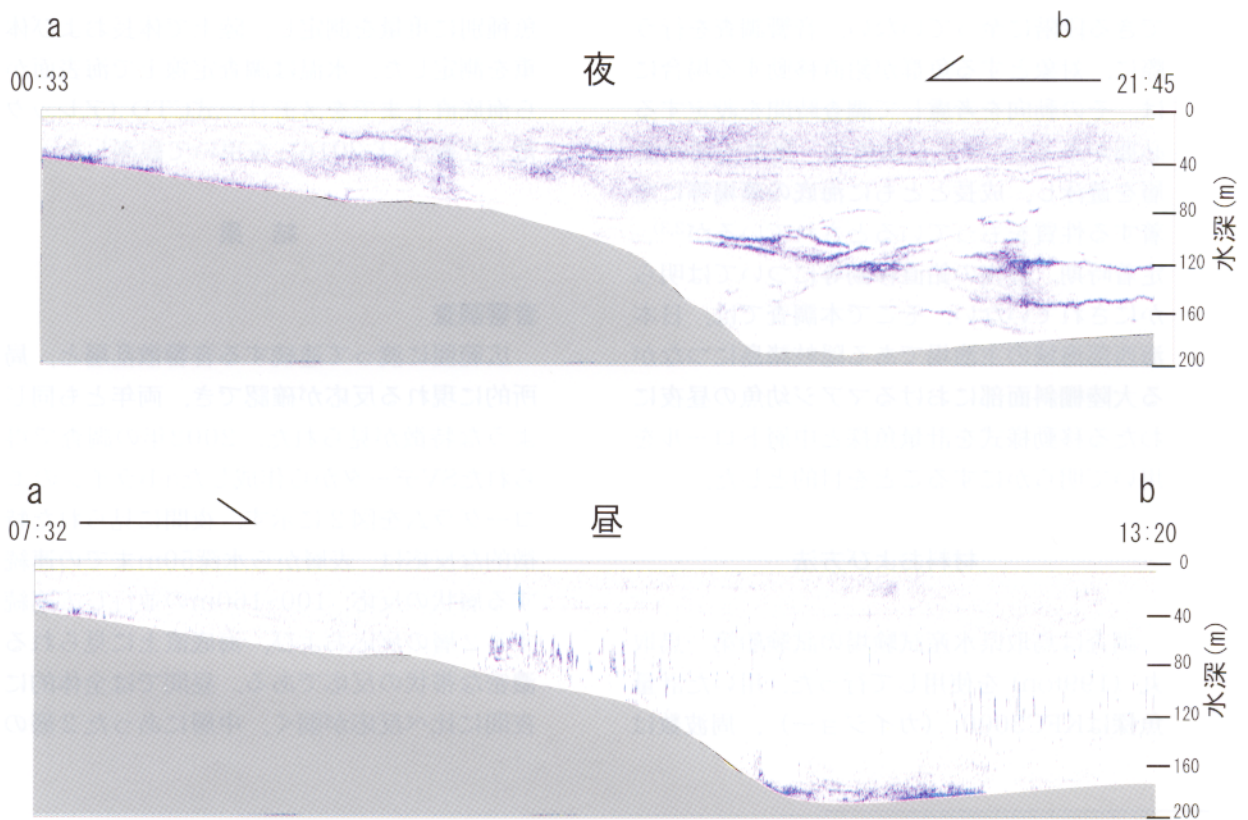


図2 2002年の調査で得られた昼夜のエコーグラム

反応は見られなかった。表層から水深50m付近の点状反応と、かけ上がり部分に連続した紡錘状の反応が確認できた。100m以深では、水深170m海底付近の濃密な反応および100~130mの縦長の反応が確認できた。

中層トロール調査

表1 トロール調査点とネット水深

St.	緯度	経度	年月日	開始時間	終了時間	ネット水深 (m)
1	35-41.22'N	134-00.10'E	2001/8/28	8:50	9:20	78-118
2	35-44.12'N	134-00.04'E	2001/8/28	10:17	11:57	126-119
3	35-56.02'N	133-59.97'E	2001/8/28	12:27	12:57	200-207
4	35-46.93'N	134-00.28'E	2001/8/28	20:11	20:41	136-128
5	35-47.06'N	133-39.42'E	2001/8/29	8:09	8:39	122-126
6	35-56.64'N	133-40.29'E	2001/8/29	10:21	10:51	163-159
7	36-00.99'N	133-33.99'E	2001/8/29	20:22	20:52	147-132
8	35-47.68'N	133-33.53'E	2001/8/29	23:27	23:57	54-52
9	36-00.56'N	133-41.34'E	2002/8/27	20:44	21:13	44-48
10	35-36.70'N	133-39.84'E	2002/8/28	8:50	9:10	51-53
11	35-45.19'N	133-39.90'E	2002/8/28	11:18	11:48	77-69
12	35-54.13'N	133-39.99'E	2002/8/28	19:30	20:00	44-42
13	35-53.01'N	133-39.84'E	2002/8/29	7:45	8:15	188-167

調査定線上で計13回のトロール調査を行った。曳網時間、位置および曳網水深を表1に示す。夜間は水深10~50mの層状の反応と100~160mの並行して連続する2層の反応を対象に曳網した。昼間は10~50mの点状の薄い反応、水深180mの海底付近に見られた層状反応を対象とし調査を行った。

中層トロールで採集された漁獲物組成を表2に示す。昼夜の10~50mに見られた反応を対象に曳網したところ、6点で2,542尾のマアジが漁獲された。6点のうち昼間と夜間各3点でマアジが漁獲された。この際の曳網水深は最浅部で44m、最深部で118m、平均50~60mであった。一方マアジの漁獲が見られなかった際の曳網水深は122~207mであった。昼夜別では夜間は合計1,626尾、平均542尾のマアジが漁獲され、昼間は合計916尾、平均305尾のマアジが漁獲された。夜間の方が昼間よりもマアジが多く漁獲される傾向があった。

次に夜間の100~160mの並行して連続する2層の反応と中間の水深180mの海底付近に見られた層状反応を対象に調査を行った結果、水深122~207mで多数のキュウリエソが漁

獲された。13点中5点でキュウリエソが漁獲され、昼間のSt.3は水深200~207mの海底直上で曳網し963尾、St.13は水深188~167mの海底直上で曳網し9,117尾漁獲された。夜間の操業ではSt.4は水深128~136mで曳網し5256尾、St.7では水深132~147mで曳網し2024尾漁獲された。St.9については、夜間の水深44~48mにおける曳網で、27尾の漁獲が見られた。

表2 トロールで得られた漁獲物組成

St.	標本数			
	マアジ	キュウリエソ	カタクチイワシ	その他
1	624	0	5	865
2	0	0	0	0
3	0	963	0	0
4	0	5256	0	0
5	0	0	0	0
6	0	0	0	0
7	0	2024	0	0
8	774	0	0	2
9	479	27	55	12
10	101	0	0	6
11	191	0	0	4
12	373	0	17	17
13	0	9117	0	4
合計	2542	17387	77	910

また、夜間の調査においてマアジについてカタクチイワシが多く漁獲され、St.9では56尾で、St.12においても17匹の漁獲があった。その他に夜間では、メダイがSt.9で11尾、St.12で14尾漁獲された。St.1でその他の魚類が865匹も漁獲されているが、これはトロール網が一時着定したと考えられ、865匹中524匹はニギス、その他にもカナガシラやモンガレイといった底性魚類が多数漁獲された。

マアジが漁獲された6点におけるマアジの体長組成を図3に示す。2001年はSt.1では尾叉長6~11cmのマアジが漁獲され9cmにモードが見られた。St.8では尾叉長8~13cmのマアジが漁獲され9cmにモードが見られた。2002年はSt.9およびSt.12では尾叉長5~14cmのマアジが漁獲され、11cmにモードが見られた。St.10では尾叉長4~11cmで7cmと10cmにモードが見られた。St.11では尾叉長4~8cmで7cmにモードが見られた。

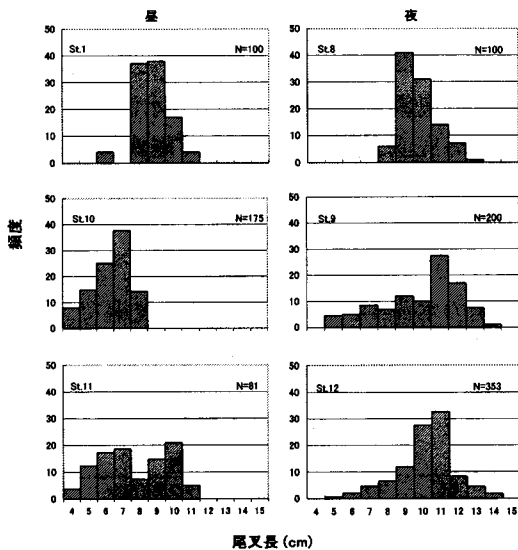


図3 各トロール調査点におけるマアジの体長組成

考察

本調査では、昼夜の音響調査と中層トロール調査の結果より、山陰沿岸域に分布する魚群の中から、マアジ0歳魚の反応を判別することを目的とした。その結果、夜間の表層のSLは多くのプランクトン、マアジ、カタクチイワシおよびメダイなどの魚類が混在しているものと思われるが、昼間の表層域においては、マアジ0歳魚は、マアジ1歳魚および他の魚類とはほとんど混在しないで出現することが明らかとなった。

2001年St.3,4,7および2002年St.13において、採集物のほぼ100%がキュウリエソであった。キュウリエソは日本海唯一の魚類マイクロネクトンである^{4,5)}。また、体長35mm前後と小型でありながら鰾を持ち、大きな群れを作りながら日周鉛直移動を行い特徴的な反応を形成することから^{6,7)}、昼間に見られる水深180~200mの海底付近の層状反応と、夜間に見られる水深120~140mの2層に並行する層状反応はキュウリエソであり、マアジの反応では無いと考えられる。

中層トロールによる魚種判別調査から、昼夜の表層の層状反応はマアジを含む反応である可能性が高い。得られたマアジのうち尾叉長11cm以上のマアジは1歳魚⁸⁾と考えられることから、夜間の表層には0歳魚と1歳魚の異なる年級群が混入しているものと推測される。これに対して昼間は、2001年のSt.1、2002年のSt.10とSt.11ともに11cm以下のマアジしか漁獲されなかったことから、昼間の表層に現れる反応はマアジ0歳魚のものである可能性が高い。マアジは稚魚から成魚に至るまでは基本的には橈脚類を主とするプランクトン食性である^{2,9)}。マアジ0歳魚は、主に動物性プランクトンやカタクチシラスを捕食する¹⁰⁾。また、マアジ0歳魚の索餌活動は早朝から夜半まで行われ、摂餌活動は日没前後に最も活発である¹¹⁾。鉛直移動の主要因が索餌活動に由来するものと考えればマアジ0歳魚は早朝から夜半まで表層で索餌あるいは摂餌活動をしており、摂餌のための大きな昼夜移動は行わないと考えられる。一方、1歳魚は、重要な餌である橈脚類の夜間浮上にとともに、夜間表層に移動すると推測される。

次に、水温と魚群分布に関して、図4は2001年4月から2002年12月に5日毎の隠岐海峡(36° 00'N, 133° 20'E)におけるXBTを用いた連続水温鉛直分布図である。図5は同期間に境港に水揚げされた主要浮魚の月別水揚げ変化である。両年とも5月中旬より水温上昇が開始し、7月から8月に成層し9月以降表層水温が低下し始め、10月には鉛直混合することが分かる。これと、主要浮魚類の漁獲量推移との関係を見ると、マアジは水温上昇が始まる6月から7月に水揚げが多くなり始め、50m深水温が18℃以上にならないと漁獲されていない。そして、水深50m以浅の水温が20℃を超える8月から10月にマアジにカタクチイワシが混じり始める。日本海ではマアジ0歳魚は15~26℃の水温範囲で出現し、対馬暖流第一分枝に主に棲息し^{3,12)}、太平洋

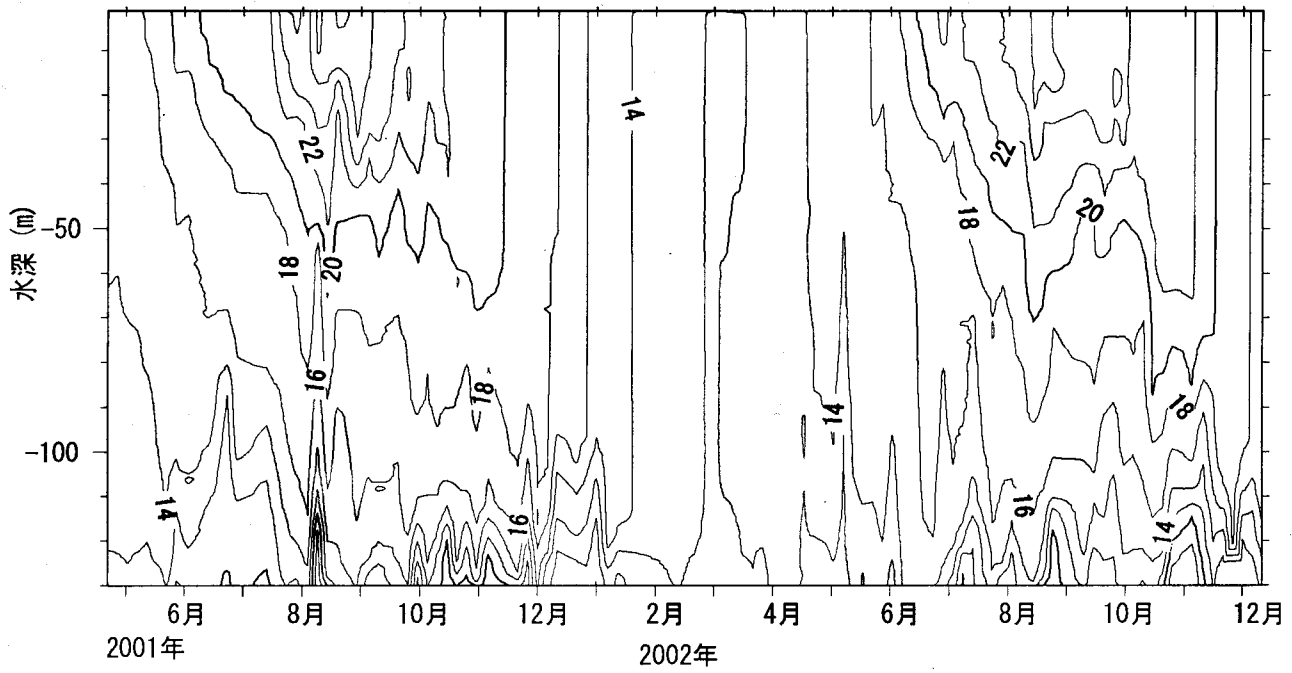


図4 2001年から2002年における隠岐海況の鉛直水温分布

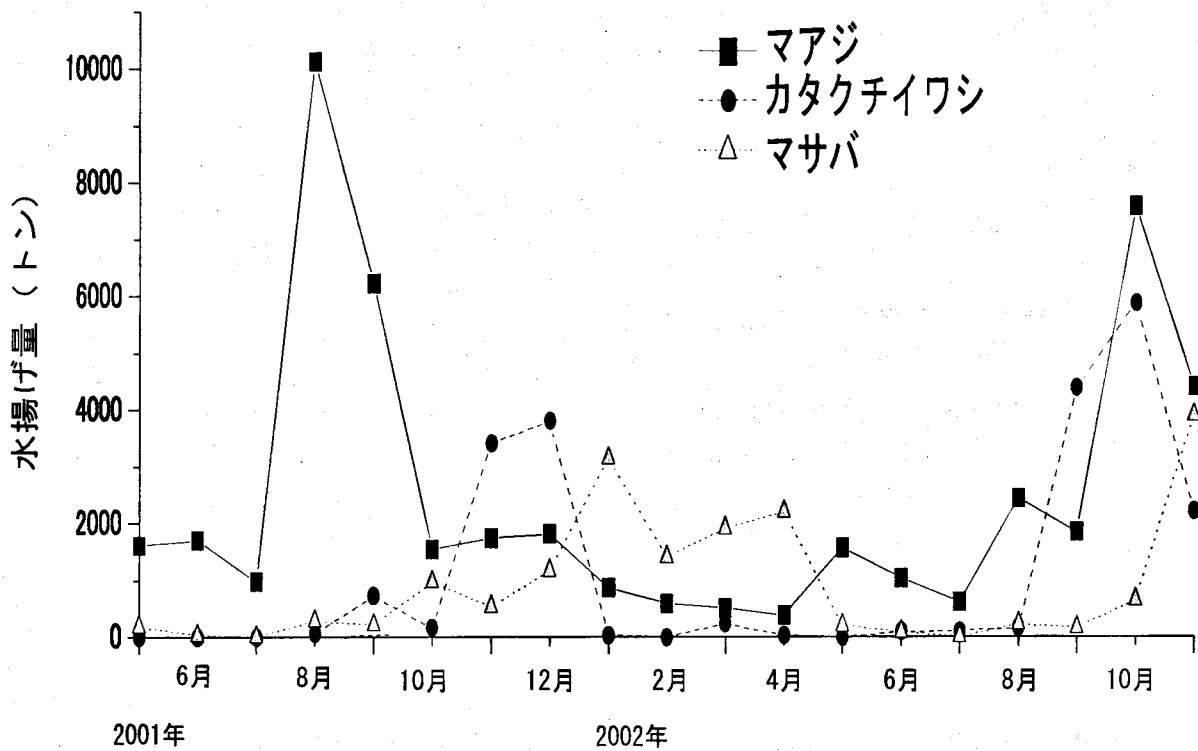


図5 2001年から2002年に境港で水揚げされた主要浮魚の水揚げ量変化

北部海域では20~21℃の水温帯と共に北上するとされている²⁾。本調査における定線付近の100m深水温は15~16℃、50m深水温は21~22℃であり(図6)、表中層においてマアジが最も多く採集された。マアジ0歳魚は昼夜に水深100m以浅の水温22℃以下の表中層水塊内に広く分布することから、水温耐性に合わせ幼魚期に餌生物とうまく遭遇できる水域へ輸送されていると考えられる。

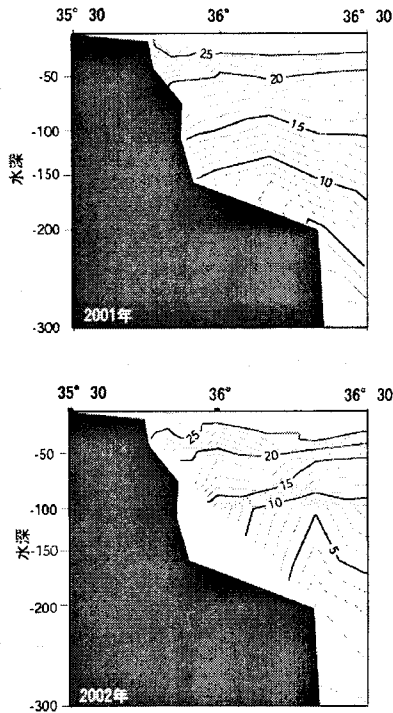


図6 2001年および2002年8月のa-bラインの鉛直水温分布

以上よりマアジ0歳魚は大きな昼夜移動は行わず、尾叉長12cm以上の1歳魚は、昼は分散し、夜になると表層へ移動すると考えられる。

これまでに日本周辺の音響調査ではサンマやカタクチイワシを対象とする場合、昼間のみに行う方がよいとされている^{13,14)}。さらに、夜間は動物プランクトンを中心とした様々な小型生物が分散し音響散乱層(Sound Scattering Layer; SSL)を形成することが知られている¹⁵⁾。

マアジ0歳魚を対象とした計量魚探調査は、カタクチイワシが来遊してこない6月から7月上旬に、日中表層域の反応を対象とするのが適当と考えられる。今後は計量魚探及び中層トロール調査に加え、餌生物環境を把握するためのプランクトンネット調査や、採取されたマアジ幼魚の胃内容物調査を行う必要がある。

要約

日本海西部海域におけるまき網漁業の主要対象種は、近年マイワシ主体から0~1歳のマアジ幼魚主体へと遷移している。当該海域のマアジの大部分は東シナ海周辺で発生後、対馬暖流によって日本海へ移送され、成長とともに表層から海底の藻場等へ分布水深が移行するものとされている。これらマアジの山陰沿岸域への加入過程及び資源量を推定するためには、0歳魚を対象とした計量魚探による調査が有効と考えられるが、計量魚探を用いて資源量を推定する場合、対象とする種の遊泳層や他の魚種との混在の有無を解明する必要がある。そこで、本調査ではまき網主要漁場である隠岐諸島に接続する大陸棚斜面において、マアジ幼魚の昼夜の分布様式を明らかにすることを目的として、計量魚探による魚群反応調査及び中層トロール網によるサンプリングを実施した。

調査は、2001年及び2002年8月下旬に、鳥取県赤碕沖水深64~263mの大陸棚斜面において、鳥取県水産試験場の試験船第一鳥取丸(199ton)を使用して実施した。航走調査は、船速約10ktで夜間及び昼間に同コースを航走して魚探データを収集、反応の見られた地点で中層トロール網によるサンプリングを行った。使用した計量魚探は、KFC3000(カイジョー)で、周波数は38kHzである。

夜間は水深10~50mの表層と100~160mの中層に反応が見られた。昼間の表層の反応は夜間に比べて非常に小さかったが、大陸棚

斜面の直上に紡錘型の反応、水深160~180mの海底直上には帯状の反応が見られた。中層トロールを用いた魚種判別では、夜間の表層では、尾叉長5~14cmのマアジ0歳魚と1歳魚が混在した群及びカタクチイワシが採集され、昼間の表層では主に尾叉長4~11cmのマアジ0歳魚が採集された。また、昼間の水深160~180mの海底直上及び夜間の中層では採集物のほとんどがキュウリエソであった。以上からマアジ0歳魚は昼夜とも表層に分布し、マアジ1歳魚は夜間にのみ表層に出現することが示唆された。

謝 辞

本研究を進めるうえで、有益な助言を頂いた北海道大学北方生物圏フィールド科学センターの宮下和士助教授と藤野忠敬氏に深謝の意を表す。

文 献

- 1) Simmonds, E.J. Williamson, N.J. Gerlotte, F. and Aglen, A. (1992): Acoustic Survey Design and Analysis Procedure: A Comprehensive Review of Current Practice. ICES Cooperative Research Report, 187
- 2) 川崎健(1959): マアジの生態についての基礎的研究. 東北水研報(13), 95-107.
- 3) 山田鉄雄(1969): 日本海におけるマアジの分布と漁場に関する考察. 長崎大学水産学部研究報告(28), 111-130.
- 4) 沖山宗雄(1971): 日本海におけるキュウリエソの初期生活史. 日水研報告(23), 21-53.
- 5) 川口哲夫(1971): 日本海におけるキュウリエソに関する研究-I 魚群探知機に記録されるキュウリエソ魚群映像と日周期活動. 鳥取水産試験所報告(17), 34-54.
- 6) 西村三郎(1959): 1955年春季 能登半島近海におけるキュウリエソの産卵ならびに卵・仔魚の生態. 日水研年報(5), 61-75.
- 7) 川口哲夫(1971): 日本海におけるキュウリエソに関する研究-II 魚群探知機の映像よりみたキュウリエソ魚群の生息環境. 鳥取水産試験所報告(17), 55-61.
- 8) 三田典子(1957): アジ科魚類の年齢査定と成長について. 南海区水産研究所業績(5), 19-37.
- 9) 山下秀夫. 九州海域に於けるイワシ, アジ, サバ類の餌料の相互関係について(1957): 西海区水産研究所報告(11), 45-53.
- 10) 梶原武(1957) 若年マアジの生態学的研究-I. 長崎大学水産学部研究報告(5), 13-22.
- 11) 小笹悦二(1970): マアジ稚仔魚の摂餌生態-I. 西海区水産研究所報告(38), 79-86.
- 12) 深滝弘(1960): 対馬暖流水域におけるマアジ資源の加入過程に関する考察 I. 稚仔魚の出現分布にもとづく考察. 日水研年報(6), 69-85.
- 13) 大下誠二(1990): 東シナ海における音響機器を用いた浮魚類の資源評価に関する研究. 東京大学博士論文, 西海区水産研究所.
- 14) 本田聡(1994): サンマの音響資源調査, 月間海洋(292), 656-659.
- 15) 宮下和士(2002): シラスの音響周波特性の昼夜変動に関する考察. 日本水産学会誌(68), 564-568.