

マイワシの集合様式，特に群れ行動に関する研究－Ⅲ

発育段階・生活周期別魚群の分布構造の変化

高瀬 英 臣

緒 言

第Ⅱ報においてはマイワシの各発育段階，生活年周期における群れの分布について水塊配置及び海底地形など無機的环境条件との対応関係について検討した。

本報では前報に引続いて得られた情報を加えて，福島県から千葉県に至る海域に来遊する各回遊群の発育段階生活年周期別鉛直方向の分布構造を調べ，更に同一発育段階生活年周期にある魚群内部の構造的特徴について得られた知見を述べる。

資料及び方法

1 マイワシの質的区分

マイワシ漁獲物の発育段階，生活周期の区分は，第Ⅱ報の研究で得られた結果を用いた。

市場水揚物の生物学的計測結果を用いて51年1月～3月に来遊したマイワシ未成魚を，大型・小型の2群に分離した。これらの区分には，千葉福島両県水試の計測結果も用いた。

2 分布様式の検討

昭和51年1月～52年3月，福島県請戸沖～千葉県大原沖に至る海域におけるまき網船の操業記録から，漁獲のあった場合の魚探反応の観察記録を抽出して魚群の鉛直分布を求めた。

1) 等深線沿いの鉛直分布

魚群の分布状態を明らかにするために図1に示した水深60～120mの帯状の水域を緯度5'毎の線で幾つかの区画をこゝでは升目とよぶことにする。なお36°25'N～35°55'Nの海域においては帯状の中がせまくなり，得られるデータ数が少くなるため60～150mに範囲をひろげた。この各升目について

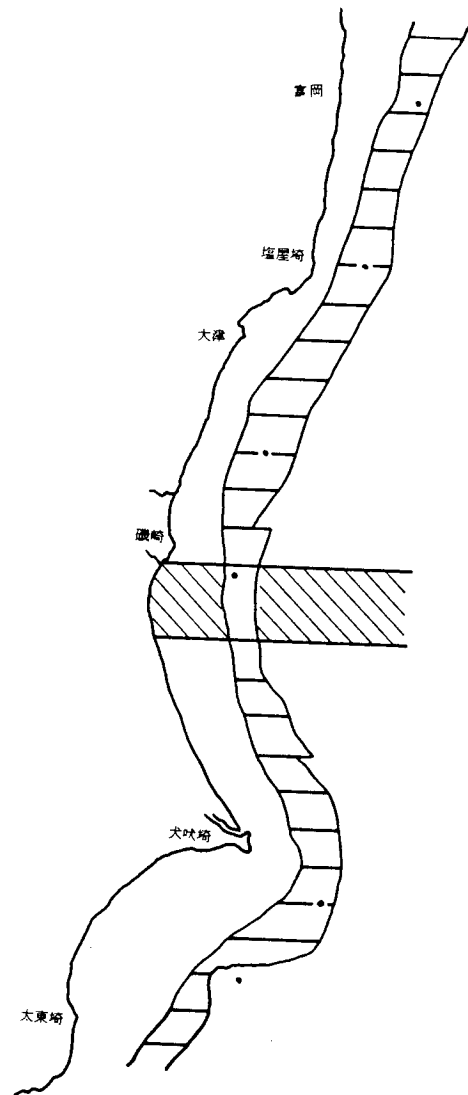




図1 魚群分布量計算水域

註)  等深線沿いに鉛直断面を求めた水域区分
 東西方向鉛直断面を求めた水域

前述の魚探反応の観察記録から、影像の現われた範囲内の水深5 m毎の各区分について漁獲量を求めた。表1は単位面積当り漁獲量の計算手続きを示した。水深 $D_1 m \sim D_2 m$, $37^\circ 00' N \sim 37^\circ 05' N$ の海域においてある水深幅に魚探の反応が観察され、その漁獲量がNトンであった場合、魚探反応影像が出現する深さ5 m区分それぞれに漁獲量Nを均等に配分し

た。同様に各投網時のトン数を各区分ごとに配分し、これらを水深区分毎に合計して水深別漁獲量 M_1, M_2, \dots を求めた。

また、 $D_1 \sim D_2 m$ 等深線と緯度5'の中で囲まれる升目の面積Sは一定していないので升目内における $100 km^2$ 当りの漁獲量を $m_i = 100 M_i / S$ によって求め、 m_1, m_2, \dots とした。

表1 鉛直分布の積算法

		柵目面積 (S km^2) $D_1 \sim D_2 m$ 等深線・ $37^\circ 00' \sim 37^\circ 05'$			M_i	柵目 $100 km^2$ あたりの 漁獲量 $m_i = 100 M_i / S$
水 深 区 間 (m)	0 ~ 5					
	5	$N_1 / 4$			M_1	m_1
	10	$N_1 / 4$	$N_2 / 5$	$N_3 / 6$	M_2	m_2
	15	$N_1 / 4$	$N_2 / 5$	$N_3 / 6$	—	—
	20	$N_1 / 4$	$N_2 / 5$	$N_3 / 6$	—	—
	25		$N_2 / 5$	$N_3 / 6$	—	—
	30		$N_2 / 5$	$N_3 / 6$	—	—
35			$N_3 / 6$	—	—	

2) 東西方向における鉛直分布

緯度 $10'$ の中で径線沿いに広がる帯状の水域(図1の斜線部)を等深線 $10 m$ 毎に区切った升目について、等深線沿い鉛直分布と同様の漁獲量集計を行った。この場合、水深 $150 m$ を越えると、海底の傾斜が大きくなるため、 $150 \sim 200 m$ を1つの升目に、また $200 m$ 以深は等深線 $100 m$ 毎に区分した。

3) 水温分布図

資料は茨城・千葉・福島各水産試験場で行われた定点観測結果を用いた。

結果及び考察

1 発育段階・生活周期別魚群の鉛直分布

マイワシについては、越冬水域あるいは産卵水域を起点とする北上回游及び南下回游という生活の周期的現象がみられ、それらの回游群の漁場形成様式

は各発育段階によって異なることが知られている。

まず発育段階・生活年周期毎の漁獲海域と各海域別の1投網あたり漁獲量を調べてみると、表2に示すようにそれぞれの魚群の分布海域は、わずかながらずれていることがわかる。即ち、成魚産卵準備群は $30 \sim 210 m$ までの海域に最も広く分布し、未成魚越冬群はやや岸よりに、更に成魚北上群は最も岸よりの $10 \sim 110 m$ に分布する。また成魚南下群は未成魚越冬群とはほぼ同海域に分布するが、未成魚南下群はそのやや沖側寄りの $50 \sim 170 m$ 海域に分布している。このように沿岸から沖合への群れの分布状況を比較すると、いずれの魚群の分布域も沿岸側ではほぼ等しく、発育段階及び来游時期によって、沖側に分布を広げる場合とこれを縮小する場合とがあるが、すべての群が共通に分布する海域は水深 $50 \sim 110 m$ の範囲にあることがわかる。

表2 海域別一投網当り漁獲量 単位：トン, ()内は投網回数

海域水深 m	発育段階・生活年周期				
	成産卵準備群	未成越冬群	成北上群	成南下群	未成下群
0 ~ 20			23 (2)		
20 ~ 40	49 (12)	52 (8)	45 (5)	46 (2)	
40 ~ 60	64 (2)	48 (23)	47 (10)	61 (8)	40 (2)
60 ~ 80	60 (12)	37 (11)	67 (5)	46 (11)	28 (6)
80 ~ 100	72		38 (2)	86 (6)	62 (10)
100 ~ 120	50 (12)	145 (6)	32 (1)	38 (2)	174 (3)
120 ~ 140	99 (3)	62 (10)			23 (2)
140 ~ 160	88 (7)	65 (10)			47 (3)
160 ~ 180	56 (3)				165 (1)
180 ~ 200	17 (3)				
200 ~ 220	6 (2)				

そこでこれらの漁場における魚群の鉛直分布構造を明らかにするために各発育段階・生活年周期毎に分布域と環境条件を調べて整理したものが表3、及び表4である。表3は沿岸域に南北方向に移動分布する魚群を100m等深線に沿って切断した場合について、表4は海岸から沖合方向、即ちほぼ東西方向に切断した場合について、それぞれ魚群の鉛直分布と水温分布を示したものである。

魚群の出現状況を見ると鉛直方向では殆どの群れが連続的に集合しており、密度の相違は多少あっても海面から海底までの範囲に断続的な分布を示す場合はみられない。従って、ここでは密度の変化を考慮せずに群れの上限と下限の水深を示して魚群の厚みを表現してある。

上にも述べたように1月・2月に出現する成魚産卵準備群と未成魚越冬群の分布域はそれぞれ水深30~210m及び30~150mにあって成魚の方がやや

沖側まで分布しているが、分布水温をみると明らかに分布水塊が異なっていることがわかる。しかし、群れの厚みは殆ど変わらないとみてよい。

ところが、成魚北上群・成魚南下群及び未成魚南下群の場合にはいずれも水深130m海域よりも岸寄りの水域に分布している。

同一発育段階にある魚群であっても分布域及び群れの厚みは、時期・海域あるいは水塊配置などの条件の違いに伴って変化はするが、発育段階が異なる魚群相互には明らかな分布形態の違いがあらわれる。

今、1月に出現した成魚産卵準備群の場合について水平分布を図2、鉛直方向の分布を図3、及び図4に示した。

図3は60~120m等深線に沿った鉛直分布、図4は東西方向における鉛直分布を示す。

いずれの場合も魚群は表層付近から水深80m付近

表3 各回游群の分布域と分布域水温(等深線沿い鉛直分布)

期 日	回 游 群	游 泳 層 の 上限～下限(m)	分布域水温(°C)	分布域中心 水 温 (°C)	摘 要
年 月 日 51. 1. 13	成 産 準	15 ~ 80	12.5 ~ 13.5	12.5 ~ 13.5	
2. 2 ~ 5	未 越	5 ~ 60	11.0 ~ 12.5	11.5 ~ 12.0	
5. 10 ~ 13	成 北	5 ~ 40	14.0 ~ 17.0	14.0 ~ 17.0	
11. 8 ~ 11	成 南	0 ~ 55	19.5 ~ 21.0	20.0 ~ 20.5	
12. 7 ~ 10	未 南	5 ~ 35	15.0 ~ 20.0	15.0 ~ 20.0	体長の大きいグループ

表4 各回游群の分布域と分布域水温(東西方向, 鉛直分布)

期 日	回 游 群	游泳層の上 限～下限(m)	分布域の水深 (m)	分布域水温 (°C)	分布域中心 水 温 (°C)	摘 要
年 月 日 51. 1. 13	成 産 準	0 ~ 80	110 ~ 300	12.5 ~ 14.0	13.0 ~ 13.5	
2. 2 ~ 5	未 越	5 ~ 70	100 ~ 200	9.5 ~ 11.0	9.5 ~ 10.0	
5. 10 ~ 13	成 北	5 ~ 40	20 ~ 130	13.5 ~ 16.0	14.5 ~ 15.5	
11. 8 ~ 11	成 南	15 ~ 55	60 ~ 110			
12. 7 ~ 10	未 南	10 ~ 30	60 ~ 110	14.5 ~ 17.5	12.0 ~ 17.0	体長の大きいグループ

まで分布していたことがわかるが、比較的分布量の多い部分は水深30～60m付近とみることが出来る。なおこの例の場合は、表層水温でみた漁獲水温と鉛直方向の群れ分布水温とは殆ど等しく、非常に幅のせまい12.0～13.5°Cの範囲に限定されていたことになる。

2 未成魚越冬群の魚群分布構造と水塊配置

常磐鹿島灘海域に来游するマイワシ各发育段階のうち、比較的長期にわたって滞留し漁獲量の多いものは未成魚越冬群である。従ってここでは、この发育段階のマイワシの分布構造について更に詳細に検討した結果を述べることにする。

51年10月から52年6月の期間に福島県富岡沖から千葉県太東崎沖に至る沿岸海域においてまき網船によって漁獲されたマイワシの体長組成を求めたの

が図5である。図中破線で帯状に画いた部分に含まれるものが未成魚越冬群に相当するものである。モードを実線で結んだ集団は50年級群、即ち成魚南下～産卵準備～産卵群～北上群に相当し、A及びBの記号で示した帯状部に含まれるものは51年級の未成魚群に相当する。ところが、この未成魚群は、体長組成及び肥満度組成(A群が9-13、B群が8-12)からみても明らかに大型群(A)と小型群(B)の2つに分けることができ、しかも、大型のものの中には生殖腺熟度の可成り進んでいるもののあるのが特徴的である。このような生殖腺の状態からみると、A群のあるものはこの期間中に産卵の可能性もありA・B2群は異なった生理的状态にあるものと考えられる。そこでこの2群の分布形態を比較して、両者の生態的特徴を検討してみた。

1) 分布海域の時間的变化

越冬期間に相当する昭和52年1月7日から3月3日までの期間における未成魚A群及びB群の分布海域の変化を1週間毎に時間を追って示したのが図6 a～hである。A群の分布域は斜線区画で、B群は白ぬきの区画で示してある。この図にみられるように、両群とも時間経過とともに分布域を徐々に南に移していく傾向が認められる。また、両群は明らかに分離しており大型のA群は小型のB群よりも常に南側に分布していることがわかる。

ところが、両群とも那珂川河口域から犬吠海域に分布する段階では、両者が同水域に混在する態となり北部沿岸の場合のような区分をすることは出来なかった。この過程における両群の分布域水温をみると、大型群は13℃付近を中心に12～16℃、小型群はほぼ12℃付近を中心に10～13℃に分布しており、環境条件を選択する上で両者には微妙な差のあることが明らかである。

鹿島灘海域に分布した段階で、両者の分布域を区分し得なかったのは、この海域で両群が混合してしまったためではなく、この時期の漁場水域には親潮系冷水と黒潮系暖水とが複雑な分布状態を形成したために、可成り近接した海域に両群が斑状に分布する結果となり、本報告でのデータの取扱い方では

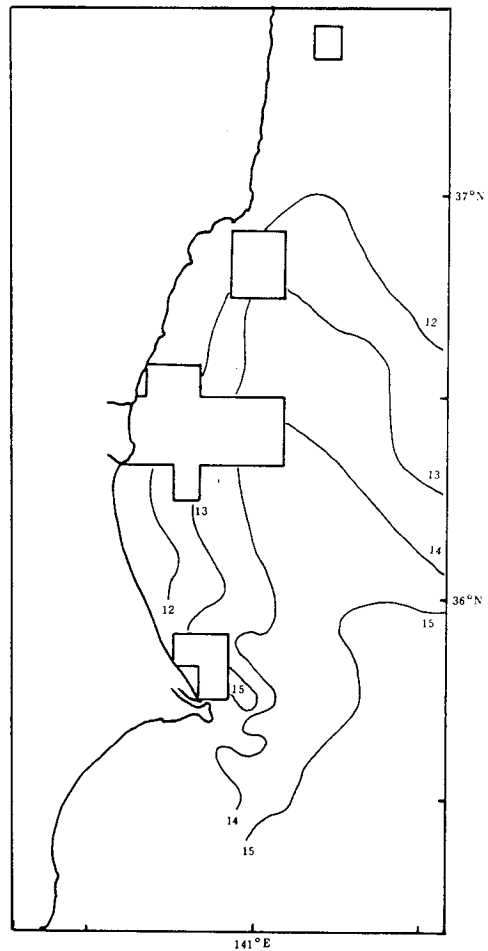


図2 成魚産卵準備群の分布 (51年1月13日)

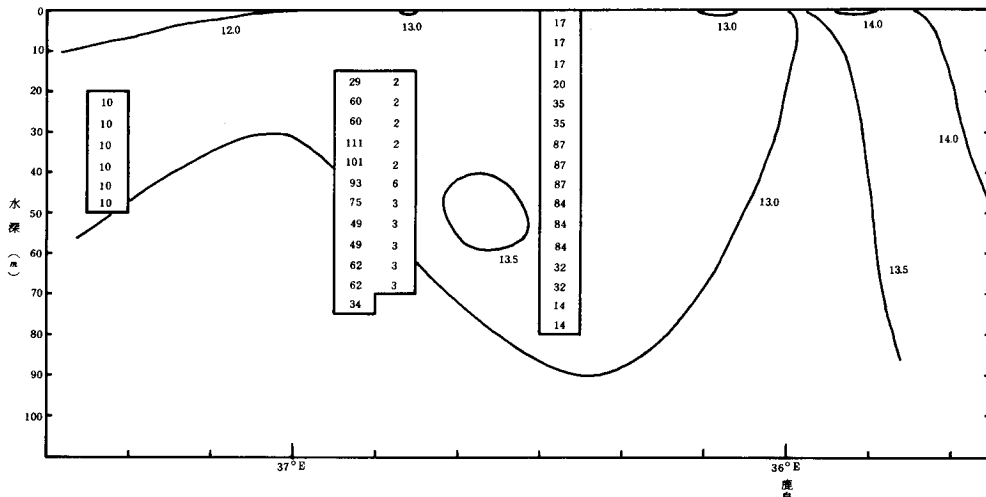


図3 マイワシ成魚産卵準備群の等深線沿い鉛直分布 (昭和51年1月13日)

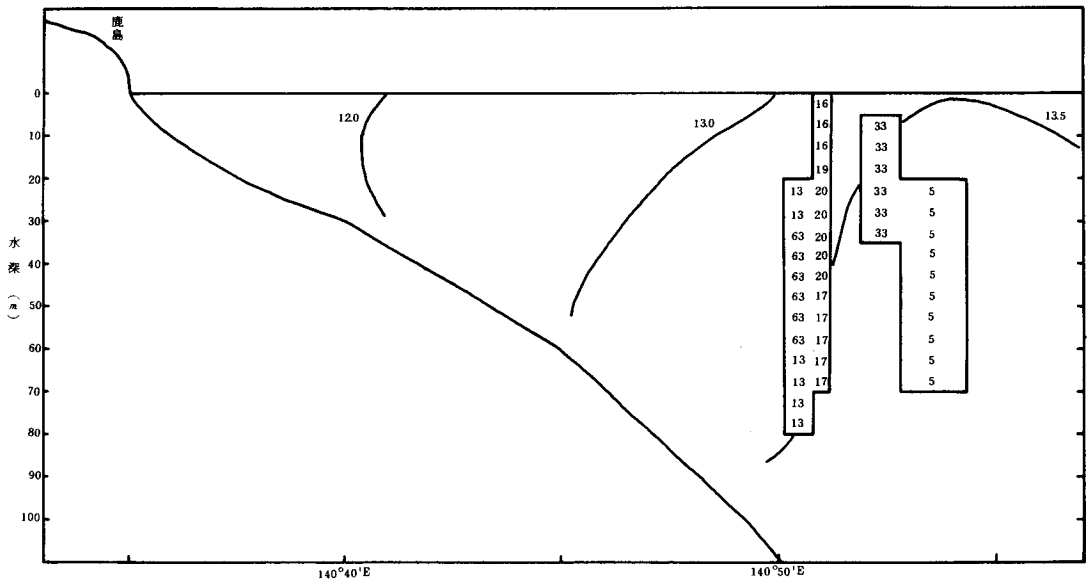


図4 マイワシ成魚産卵準備群の東西方向における鉛直分布

昭和51年1月13日

鹿島正東

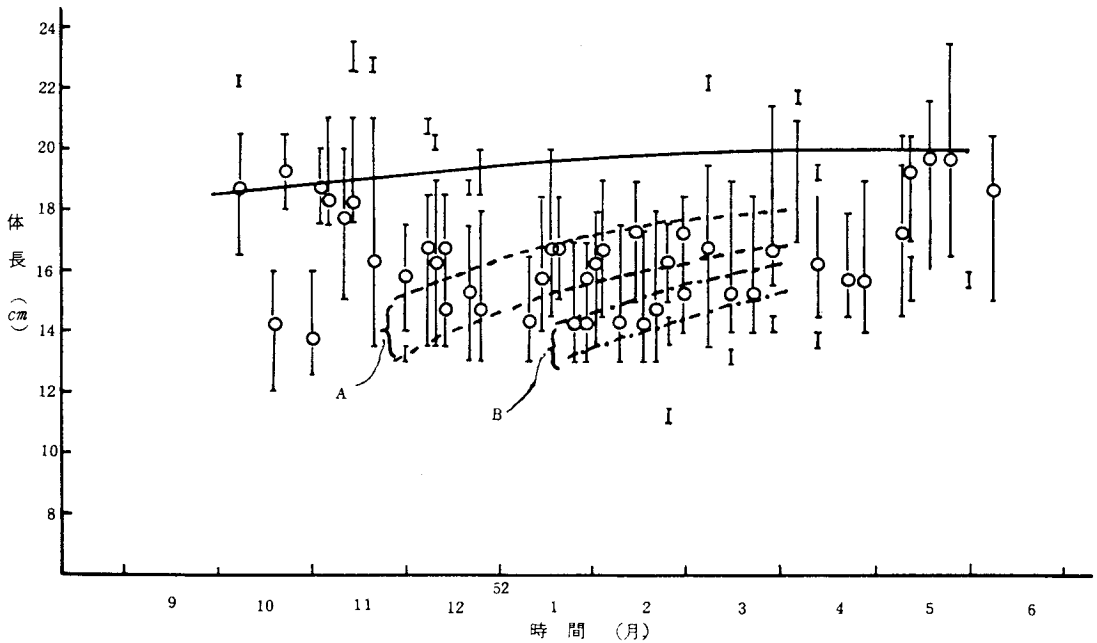
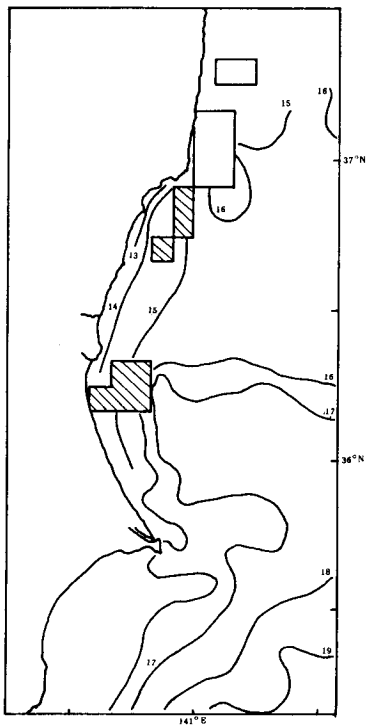


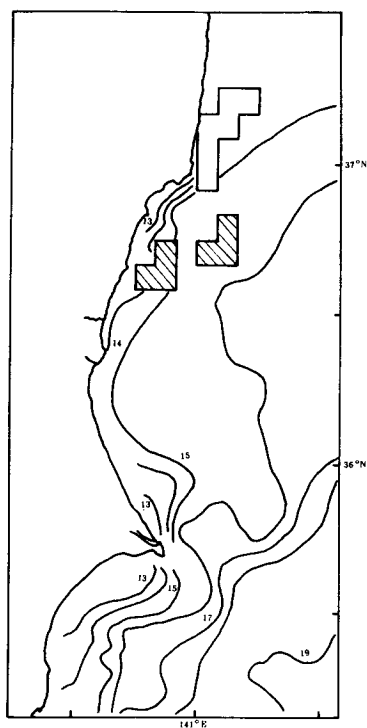
図5 マイワシ体長組成の季節的变化

A : 51年級の大型群

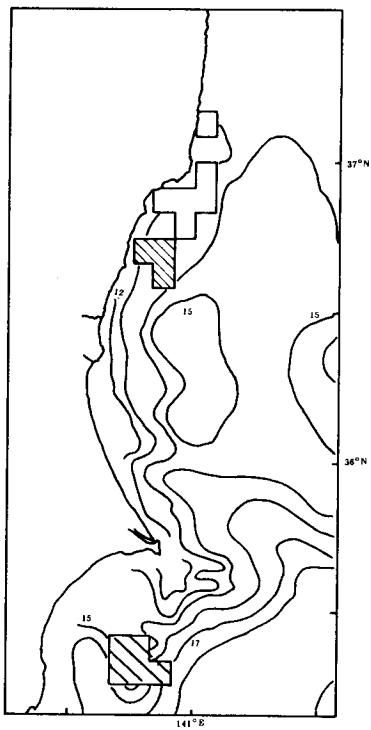
B : 51年級の小型群



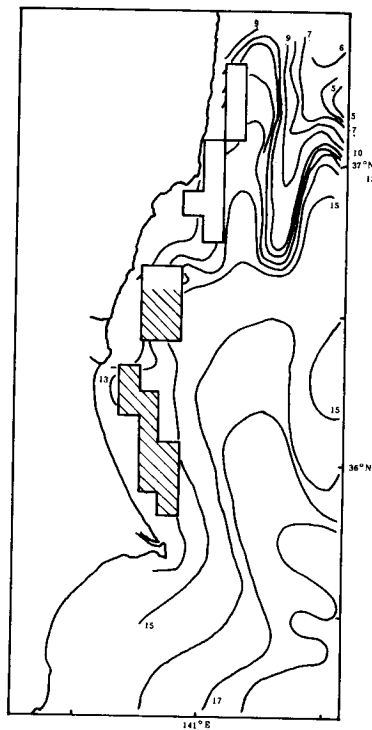
a : 52年1月7日~13日



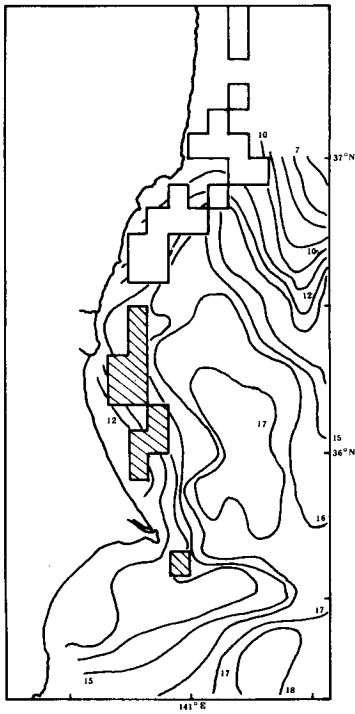
b : 1月14日~20日



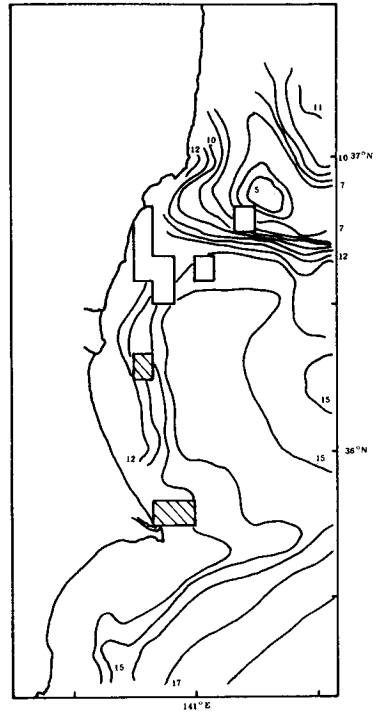
c : 1月21日~27日



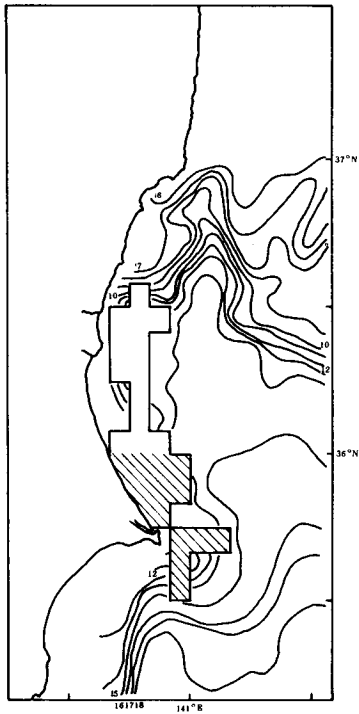
d : 52年1月28日~2月3日



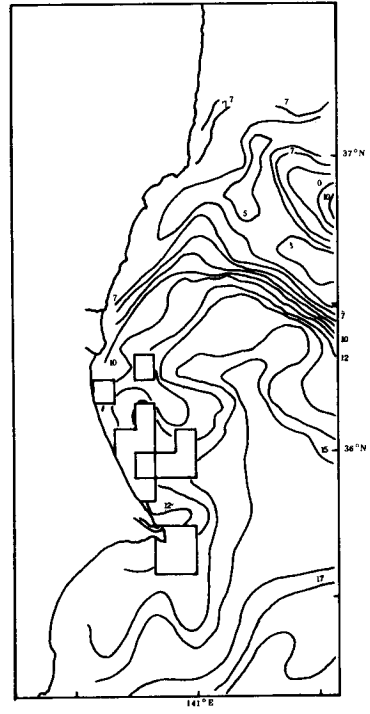
e : 52年2月4日~10日



f : 52年2月11日~17日



g : 52年2月18日~24日



h : 52年2月25日~3月3日

図6 未成魚越冬群の分布様式と水温分布の時間的変化

□ 小型群
 ▨ 大型群

漁場の明確な分離状態を画けなかったに過ぎない。

3 魚群の鉛直分布

以上のように、平面的にみた魚群の分布状態からみて、未成魚のうちの大型群と小型群とは明らかに分離して生活していることがわかったが、ここでは更に両者の鉛直方向の分布について比較検討してみることとする。

表5は100m等深線沿いに、表6は沿岸から沖合に向かう東西方向にそれぞれ魚群分布の断面についての資料を整理したものである。

この結果をみる限りでは、両群は表層から5m～90mの範囲に分布し群れの厚さの点では明瞭な差を認めることはできない。しかし、東西方向の断面をとって、両群の分布水域を比較してみると、大型群の場合には、水深40m～200mの海域に分布し、小型群は水深20m～140mの海域に分布しており、大型群が小型群よりもやや沖側に分布をずらしていることがわかる。

また、分布水温をみると、図7～8の例にみられるように、大型群は15～16℃、小型群は10～13℃の水塊に分布し、水平的分布の場合でみたのと同様両者には平均約1℃～3℃程度分布水温に差のあることがわかる。

ここで取扱った未成魚越冬群の中の大型群と小型群とは、同一年級群と考えられるが、成熟度や体長組成、肥満度など質的に明らかに差のある集団であり、同じ時期にはほぼ同海域に生息してはいても、両者の発生時期あるいは発生水域、従って、過去の生活履歴にはかなり相違があるものと思われる。

本研においては、このような魚群の質的相違については詳細な検討を行うことができなかったが、マイワシ資源の合理的な利用方法を検討する場合には、この点を更に明らかにしていく必要があると考えられる。

また、魚群行動の短期的な予測法を見出すことを目的としながらも、生物学的な性質からみた魚群と

表5 等深線沿いにみた未成魚越冬群の沿直分布の時間的変化

(昭和52年1月7日～3月3日)

期 間	魚 群 の 位 置	魚群の区分	群れ分布の上限・下限	群れの厚さ
年 月 日 52 1 7 ~ 13	37°05' ~ 36°55'N	B	10 ~ 40	30
”	36°50' ~ 36°10'	A	5 ~ 45	40
1. 14 ~ 20	37°25' ~ 36°55'	B	5 ~ 65	60
”	36°45' ~ 36°40'	A	10 ~ 30	20
2. 21 ~ 27	37°10' ~ 36°50'	B	5 ~ 35	30
”	36°50' ~ 36°40'	A	10 ~ 40	30
1. 28 ~ 2. 3	37°20' ~ 36°40'	B	10 ~ 75	65
”	36°40' ~ 36°05'	A	10 ~ 95	85
2. 4 ~ 10	37°30' ~ 36°45'	B	10 ~ 85	75
2. 11 ~ 17	35°40' ~ 35°20'	A	10 ~ 40	30
2. 18 ~ 24	36°30' ~ 36°10'	B	10 ~ 65	55
”	36°00' ~ 35°	A	10 ~ 40	30

註) A…… 大型群
B…… 小型群

表6 東西方向における未成魚越冬群の鉛直分布と分布域水温の時間的变化

(昭和52年1月7日~3月3日)

期 間	魚群の位置	群れ分布の 上限~下限 (m)	群れの 厚さ (m)	分布域の水深		分布水温 (°C)	魚群の 区 分
				A	B		
年月日 52 1 7 ~ 13	37° 05' ~ 36° 55' N	10 ~ 40	30		40 ~ 70	14.5 ~ 15.0	B
"	36° 20' ~ 36° 10'	5 ~ 45	40	60 ~ 90		15.0 ~ 16.0	A
1. 14 ~ 20	37° 05' ~ 37° 15'	5 ~ 65	60		30 ~ 65		B
1. 21 ~ 27	35° 15' ~ 35° 25'	10 ~ 50	40	60 ~ 200			A
"	36° 50' ~ 37° 00'	10 ~ 40	30		30 ~ 80		B
1. 28 ~ 2. 3	37° 05' ~ 37° 15'	10 ~ 75	65		40 ~ 75	11.0 ~ 13.0	B
"	36° 10' ~ 36° 20'	0 ~ 15	15	20 ~ 40			A
2. 4 ~ 2. 10	36° 25' ~ 36° 15'	5 ~ 60	55	40 ~ 90			A
"	36° 55' ~ 37° 05'	5 ~ 50	45		30 ~ 140	11.0 ~ 13.0	B
2. 11 ~ 2. 17	36° 35' ~ 36° 45'	10 ~ 40	30		40 ~ 110		B
2. 18 ~ 2. 24	35° 45' ~ 35° 35'	5 ~ 50	45	40 ~ 120			A

註) A …… 大型群 B …… 小型群

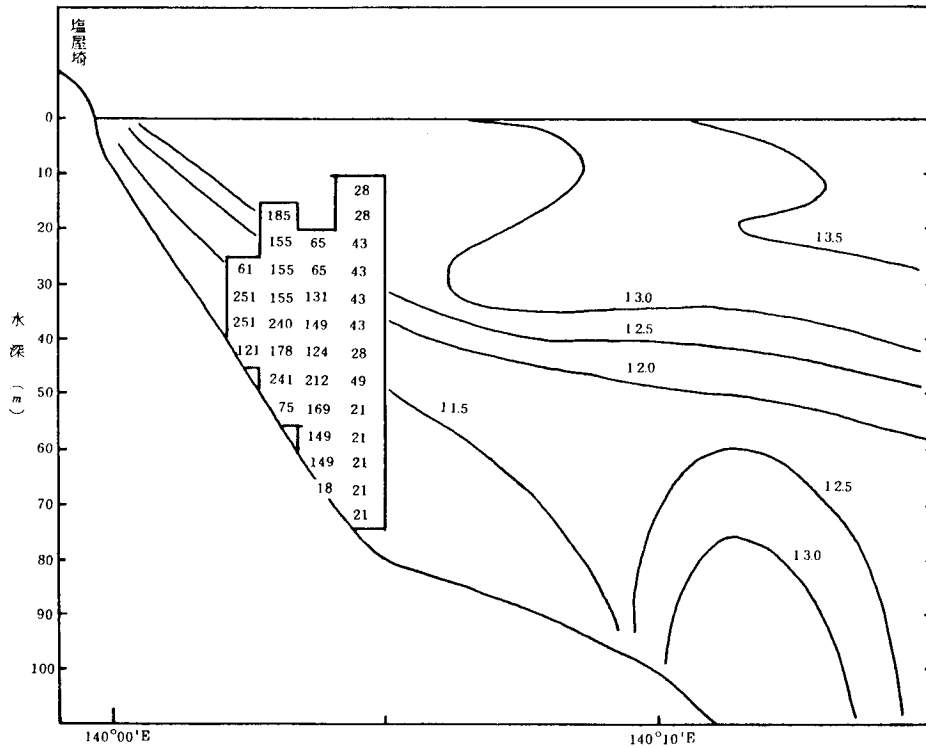


図7 未成魚越冬の東西方向鉛直分布(小型群)
昭和52年1月28日~2月3日 (塩谷正東)

漁場における魚群の分布パターンとをすべての場合について対応づけることができなかった。特に魚群探知機で得られる影像の解析法については更に研究の余地が残されており、海上における魚群行動の解析に関する今後の課題といえよう。

終わりに、本研究を指定研究にとりあげられた水産庁並びに研究推進上御助言を賜わった東海区水産研究所本城康至前資源部長、近藤恵一博士に、また、研究上有意義な情報を提供された千葉・福島両水産試験場の方々に心からお礼を申し上げる。

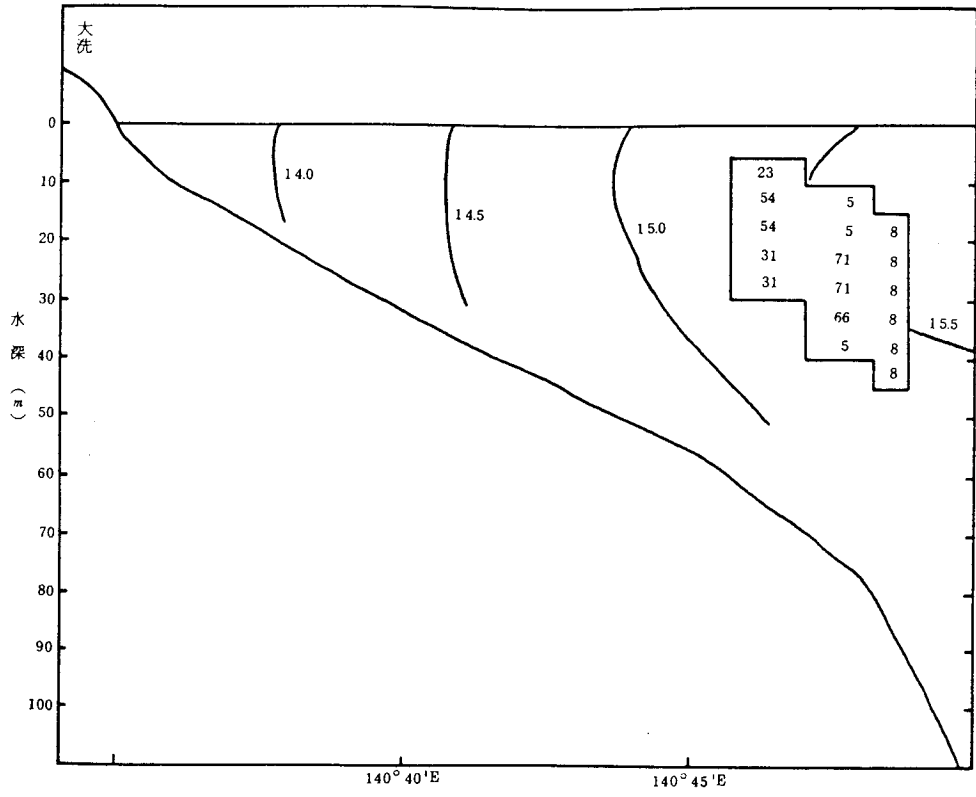


図8 未成魚越冬群の東西方向鉛直分布（大型群）
昭和52年1月7日～1月13日（大洗正東）