

マイワシの集合様式，特に群れ行動に関する研究－Ⅱ

魚群の鉛直分布と環境条件

高瀬 英 臣

緒 言

前報ではマイワシ索餌北上群が常磐海域に來遊する場合について，來遊群量の水準と魚群の滞留時間との関係を調べ魚群運動の短期的予測法を検討した。

本報では，各發育段階・生活年周期における魚群の分布構造，とくに鉛直方向の魚群分布と水塊配置や海底深との関係を明らかにするために，まず魚探影像記録によって魚群の分布構造を解析する方法を調べた。次に影像記録と生物学的調査結果及び水塊配置との関係を調べ，魚群行動予測に必要な基本的要素を抽出しようとした。

資料と方法

1 魚群の分布に関する検討に当っては，主に魚探船（うじま）及びまき網当業船が漁場とその近接海域で得た魚探反応記録と当業船の操業日誌を用いた。一方，漁獲魚の標本が入手出来た場合には生物学的計測によって發育段階生活年周期を区分したが，魚体標本の得られないときには標本船による銘柄別漁獲量・漁場位置等の記録を参考にした。

2 昭和51年10月～52年5月20日，福島県久の浜～茨城県磯崎における図1に示すような水深10～200 mの海域において魚探船によって得られた記録に基づいて魚群の分布状態を推定するために，影像記録を次のように整理した。

まず，船を平均時速8ノットで運航させた時に得られた記録紙上で1分間毎（約200 m）及び水深5 m毎に区分して升目を作った。この升目の中にそれぞれ魚群影像が現われている場合には1，現われて

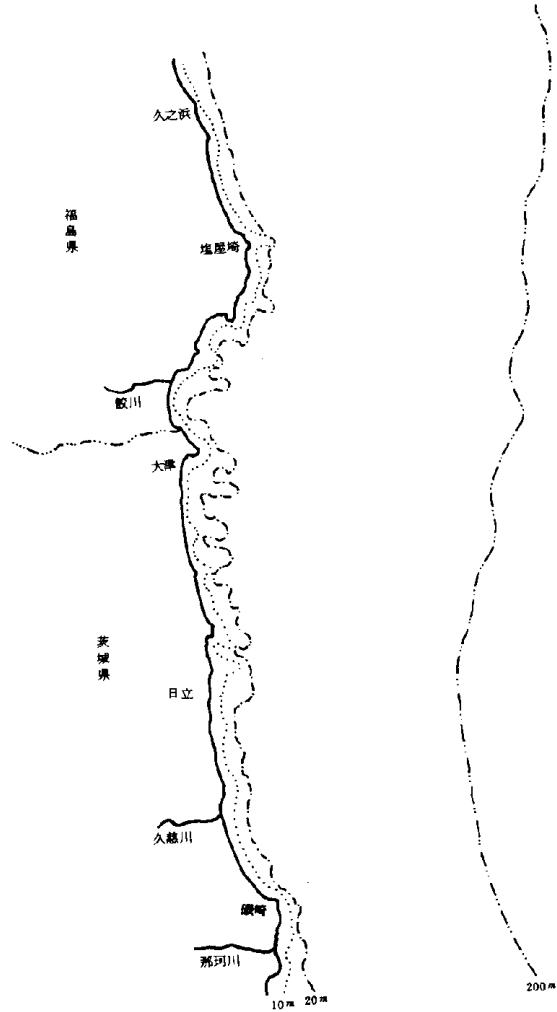


図1 魚探船の調査海域

いないものには0の数値を与え，これを各水深区間別に集計した。集計過程の一例を表1に示す。反応が3秒以下であるような極めて微弱な場合や魚群と雑音との判別のつかないものは0とした。又0～5 m

* うじま：常磐沿岸まき網振興協議会所属の魚探船

表1 魚探影像から魚群の分布状態を推定するための指標値集計表

水深	時間0										時間1										時間2										時間3									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0 ~ 5																																								
5 ~ 10																																								
10 ~ 15																																								
15 ~ 20	1																																							
20 ~ 25																																								
25 ~ 30	1																																							
30 ~ 35																																								
35 ~ 40																																								
40 ~ 45																																								
45 ~ 50																																								
50 ~ 55																																								
55 ~ 60																																								
60 ~ 65																																								
65 ~ 70																																								
70 ~ 75																																								
75 ~ 80																																								
80 ~ 85																																								
85 ~ 90																																								
90 ~ 95																																								
95 ~ 100																																								
100 ~ 105																																								
105 ~ 110																																								
110 ~ 115																																								
115 ~ 120																																								
120 ~ 125																																								
125 ~ 130																																								
130 ~ 135																																								
135 ~ 140																																								

- 注) 1. 時間区分は1分毎に区切り、1時間内の記録の例を示した。
 2. 各1分区間に影像が現われている場合に1という数字が記入されている。
 3. 影像が現われた区間における潮位の高さを〃で示した。

層は魚群とその他の雑音とを判別する事が困難なので集計から除外した。魚種の判別にあたっては、調査時期における漁獲物中の他魚種の混獲状況、漁業者の経験的影像判別法などを参考にした。魚探船による調査の際に用いた魚群探知機は、マルノエコーサウンダー FSG-48Wである。

3 昭和47年11月～昭和52年10月、千葉県～福島県の海域における当業船の操業日誌のうち、漁獲のあった場合の魚探反応に関する記録を抽出して、群れの厚さの指標として影像の中心の深さ及び鉛直方向の上端から下端までの長さを求めた。この方法によって各投網時に確認された魚群影像現頻度を水深5m区間毎に求めた。

ここで用いた資料は、まき網当業船が操業時間帯内に得たものであり、昼間と夜間の記録が含まれているが、今回はある期間内の魚群分布の特性を把握することを目的としたので特に1日内の時間区分はせずに集計した。

4 魚群分布と水塊配置との相対的関係を調べるた

めに魚探船(うじま)の観測資料および漁業情報サービスセンター・福島県・茨城県の漁海況速報資料により水温分布図を作成した。

結果と考察

1 魚群影像の鉛直分布
 魚探船により各調査時期にその探索水域で得られた影像記録の水深別出現頻度分布を図2に示した。次に各調査時期に来游漁獲されたマイワシの発育段、生活年周期別に影像の中心及び群れの厚さの平均と分散を表2に示した。

魚探船の調査結果について概観すると、成魚南下群の影像は比較的深層に中心をもち厚さはやや小さい傾向にあるが産卵期には中心は残層に移り、影像の厚さの平均は南下群とほぼ等しい値を示すようになる。

未成魚南下群の影像も比較的深層に中心をもつが厚さは大きくなる。また未成魚越冬群の影像は南下群よりも中心がかなり浅くなり厚さもわずかに小

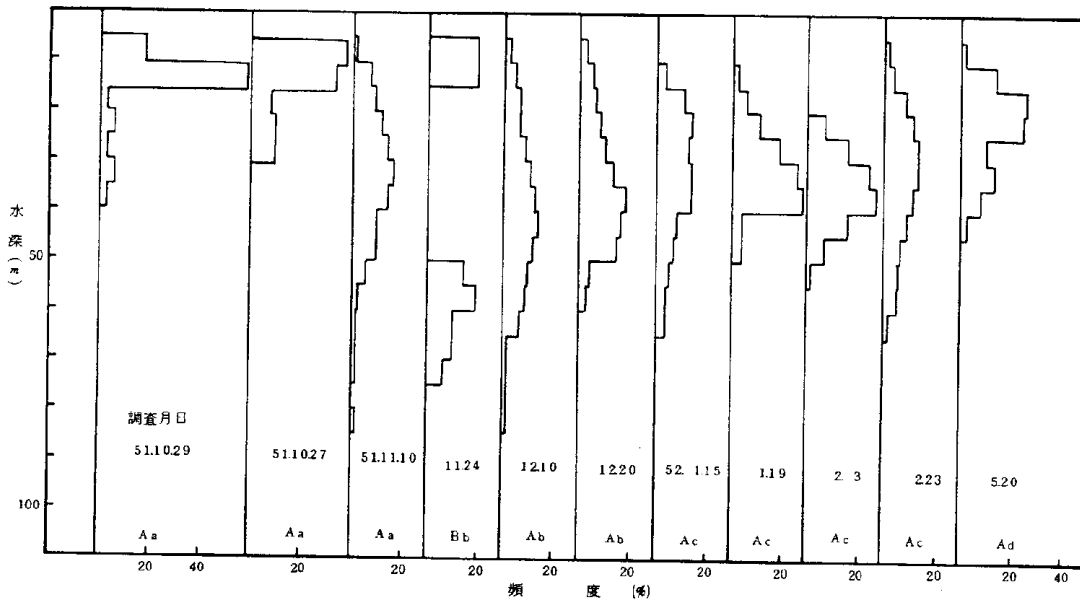


図2 マイワシ発育段階・生活年周期別・水深別魚群影像出現頻度分布図

注) A : 未成魚 a : 索餌北上群 c : 越冬群
 B : 成魚 b : 索餌南下群 d : 産卵群

表2 魚探船による魚探影像の中心と厚さの発育段階・生活年周期に伴う変動

発育段階・生活年周期	影像の中心		厚さ		備 考
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	
未成魚 北上(大型)	27	17	14	9	51年9月現在 12~14 cm 51年12月 " 14~17 cm 52年1月 " 15~17.5 cm 52年1月 " 13~15.5 cm
" 南下(大型)	41	14	19	11	
" 越冬(大型)	34	13	17	10	
" 越冬(小型)	37	11	18	11	
成魚 南下(1)	63	8	12	7	{(2)は一部未成魚が混入したものと考えられる
" " (2)	10	1	9	2	
" 産卵	23	7	13	13	

くなる。一方、未成魚北上群の影像では、分布の中心はかなり浅くなるとともに厚さも若干小さくなる傾向がみられ、まとまった形をとる。

ところで、当業船日誌による影像分布を調べてみると、表3及び図3~5に示すように成魚では索餌南下群および産卵準備群の影像は得られた記録のうちで最も深い28~45cmに中心をもち、産卵準備群がやや浅い傾向がみられる。ついで産卵群22m、索

餌北上群12~17mの順に浅くなる傾向がみられ、群れの厚みの平均についても成魚南下群が最も大きい21~35m、ついで産卵準備群17~24m、産卵群13~15mの順に小さくなっている。

また未成魚では南下群の影像が最も深い25~26mに中心をもち越冬群と北上群は20~24m付近に影像が現われ南下群よりも弱干浅くなる傾向がみられる。

表3 当業船操業記録による魚探影像の中心・厚さの発育段階・生活周期に伴う変動

年	発育段階・生活周期			影像の中心		厚さ		備考
				平均	標準偏差	平均	標準偏差	
48	未成魚	北	上	-	-	-	-	
	"	南	下	-	-	-	-	
	"	越	冬	20	5	27	9	
	成魚	南	下	45	20	35	15	
	"	産卵準備		-	-	-	-	
	"	産卵上	北	12	6	11	4	
49	未成魚	北	上	-	-	-	-	
	"	南	下	26	13	21	7	
	"	越	冬	-	-	-	-	
	成魚	南	下	39	19	30	12	
	"	産卵準備		33	14	24	7	
	"	産卵上	南	22	9	13	7	
50	未成魚	北	上	-	-	-	-	
	"	南	下	-	-	-	-	
	"	越	冬	24	13	18	9	
	成魚	南	下	35	15	24	10	
	"	産卵準備		33	16	17	10	
	"	産卵上	北	12	7	11	7	
51	未成魚	北上(大型)		20	10	20	11	51年9月現在 12~14 cm 51年12月現在 14~17 cm
	"	南下(大型)		25	13	16	9	
	"	越冬		24	11	15	10	
	成魚	南	下	28	10	21	7	
	"	産卵準備		-	-	-	-	
	"	産卵上	北	17	8	13	7	
52	未成魚	北	上					52年1月現在 15~17.5 cm 52年1月 " 13~15.5 cm
	"	南	下					
	"	越冬(大型)		19	13	12	7	
	"	越冬(小型)		23	11	16	6	
	成魚	南	下					
	"	産卵準備		-	-	-	-	
"	産卵上	北	18	6	15	8		
"			17	10	12	6		

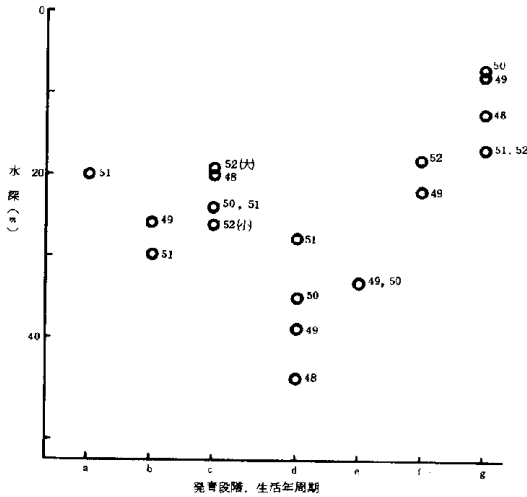


図3 発育段階別、生活年周期別マイワシ魚探影像の游泳層の中心

- a : 未成魚索餌北上群
- b : 未成魚索餌南下群
- c : 未成魚越冬群
- d : 成魚索餌南下群
- e : 成魚産卵準備群
- f : 成魚産卵群
- g : 成魚索餌北上群

このうち51～52年に来遊した未成魚には図5に示すように同じ時間に体長の小さい13～15cmの群と体長の大きい15～17.5cmの群がみられたが、これら両群の間には游泳層の差はみられなかった。

以上のように、発育段階、生活周期による魚群影像の分布状態の変遷の仕方について魚探船で得られた結果と、まき網当業船が漁場水域で観察した結果と比較すると、両者には数値の違いは認められても傾向的に相似性があるとみてよいようである。

魚群が分布する水域の地形や、水塊分布等によって群れの分布水深や厚みなどは変動すると思われるが、以上のことは発育段階及び生活年周期に応じた魚群分布の基本型が存在することを示唆するものと考えられる。

2 魚群分布と環境条件

1) 水温分布との関係

a 水平分布

魚群の水平的な分布様式と水温分布との関係は図6の様な形で検討が加えられ、マイワシの生活に

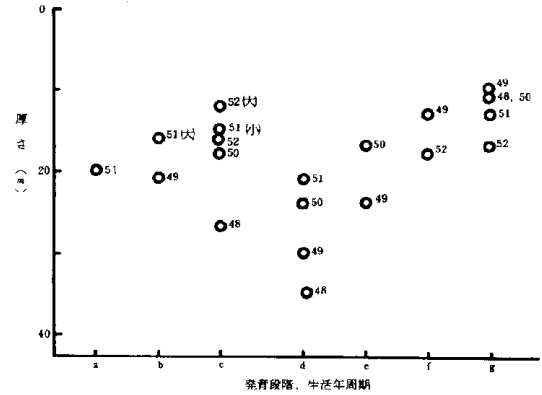


図4 発育段階、生活年周期別マイワシ魚探影像の厚さの平均

- a : 未成魚索餌北上群
- b : 未成魚索餌南下群
- c : 未成魚越冬群
- d : 成魚索餌南下群
- e : 成魚産卵準備群
- f : 成魚産卵群
- g : 成魚索餌北上群

註) 肩付数字は漁獲年(昭和)を、(大)は大型魚群、(小)は小型魚群を示す。

適した環境をある程度明らかにすることが出来、回遊群段階での漁況の予測が可能となりつつある。

マイワシの集合する水塊として現在明らかにされているものを整理すると、未成魚越冬群は親潮と黒潮の混合水域の沿岸水寄り、表面水温12℃を主とする12～15℃の水塊、成魚では未成魚より相対的に黒潮系水寄り、成魚索餌北上群および成魚産卵準備群では、上記混合域の15～18℃、成魚産卵群では上記混合域の水温15℃以上から黒潮内側域の水塊に分布するとみることができる。

b 鉛直分布

上に述べたように従来の研究では魚群の水平分布という面からマイワシ分布と環境の関係が考察されてきているが、魚群の鉛直方向の分布が環境条件とどのように結びついて決定されているかについてはあまり明らかにされてはいない。

ここでは調査海域で観測された水温の鉛直分布と魚探影像の分布とを比較検討した。これを図7に示す。図にみられるように成魚南下群と産卵群は16℃前後の

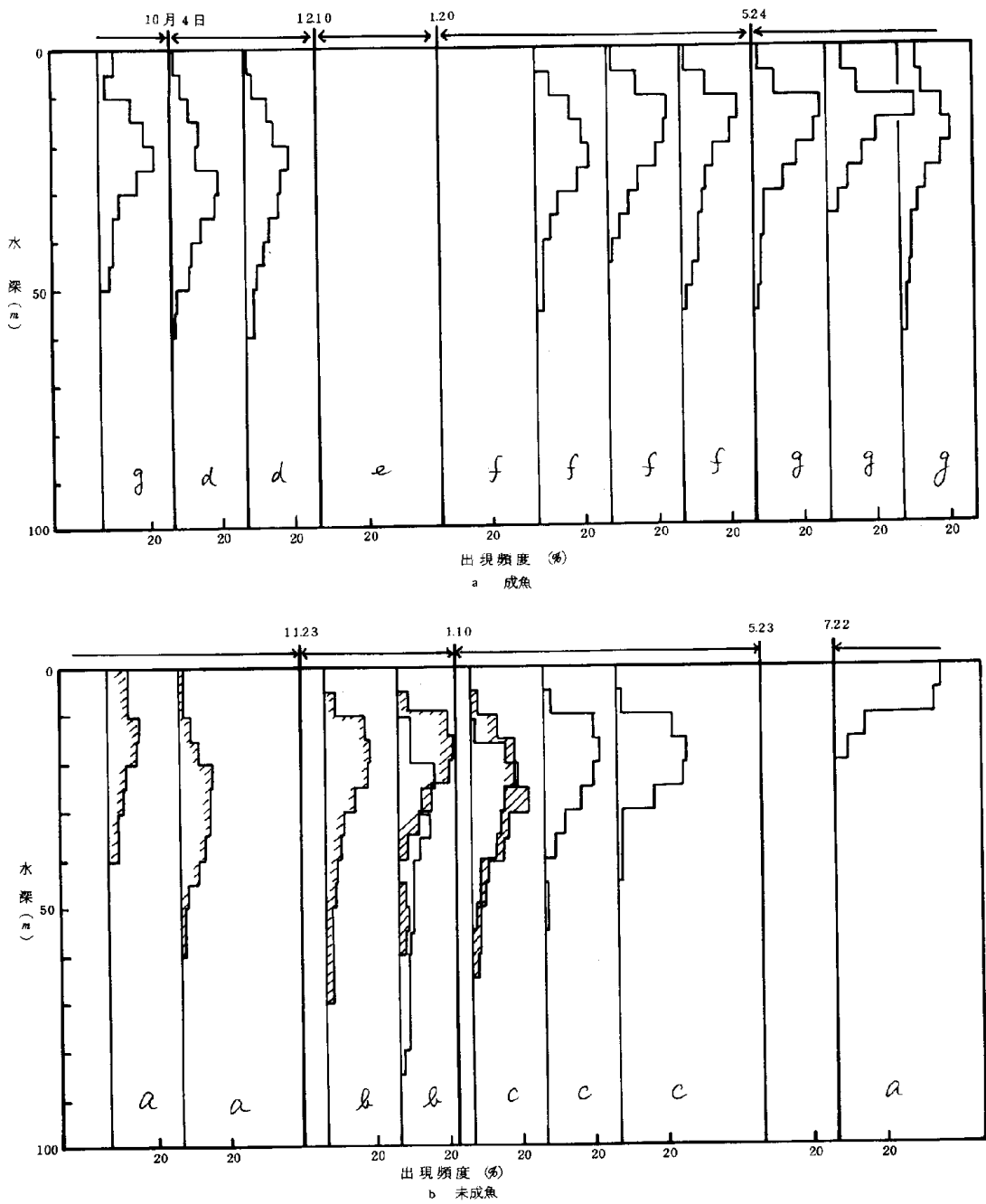


図5 魚探影像出現頻度分布の季節変化(当業船操業記録による)
 註) 未成魚のうち体長の大きいものを斜線で示した。

- | | |
|--------------|-------------|
| a : 未成魚索餌北上群 | d : 成魚索餌南下群 |
| b : 未成魚索餌南下群 | e : 成魚産卵準備群 |
| c : 未成魚越冬群 | f : 成魚産卵群 |
| | g : 成魚索餌北上群 |

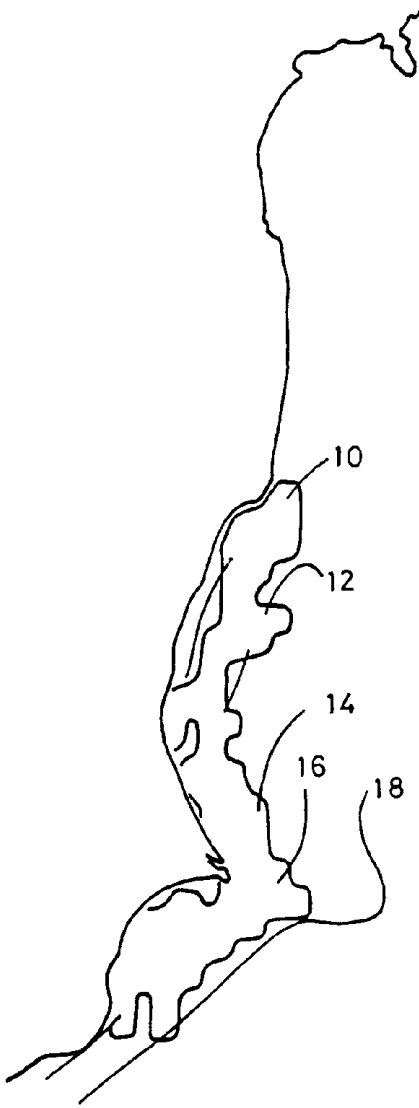


図6 マイワシ未成魚越冬群の
分布様式と水温分布

註) 昭和47年12月5日～48年4月19日
常磐

昭和47年11月27日～47年4月27日
鹿島～九十九里

未成魚越冬

平本1976 第2回東海区漁海況予報会議
資料による

水温帯に沿って分布しているが、適温と考えられる水塊に一様に分布しているわけではなく、ある限定空間の中に偏った分布をしていることがわかる。

また未成魚の場合には、従来表面水温を指標として言われていたように、10℃以上の水温域に広く分布する傾向を示すが、それは水平的分布においてであって、水温の鉛直方向の分布に一様性がみられる場合でも、群れ分布にはある空間的限界のあることを示している。

2) 海底の深さとの関係

魚が生活適水塊を選択して群れを形成する場合に、水温分布のみが群れ分布の制限要因でないことは言うまでもないが、水温以外に沿岸や海底の地形なども、群れ分布を規定する重要な要素の一つと考えることができる。

ここでは魚探船による観測記録によって、海の深さと、発育段階、生活年周期別の群れ分布との関係を魚探影像によって調べた結果について述べる。

表4及び図8は魚探船うじまによる魚群影像の出現状況と海底の関係を各水域毎に求めたものであるが、未成魚北上群は10～80m以深海域に広く分布し、水深が深くなるとともに影像の出現頻度が高くなり90m深の所で最大となる。また20m以深の水域では影像が海底まで達している場合は殆どなく、20m以浅になると影像の93%が海底に接して現われている。ここでは5m間隔で整理したので、海底から5m以内の範囲に影像がみられた場合には魚群が海底に接しているものとみなした。未成魚南下群の場合には、40m以浅には影像が現われず、40～100mの海域まで分布するが、40～80mの海域で出現頻度が高くなり、海底に接して出現する割合はいずれの海域においても低く6～14%程度である。

また越冬群では、80m以浅海域に比較的広く分布するが、40～80m海域に出現頻度が高くみられる点では南下群の場合とよく似ている。この群の海底に接して出現する割合は、浅い水域で高く、深い海域に向って徐々に減少する。

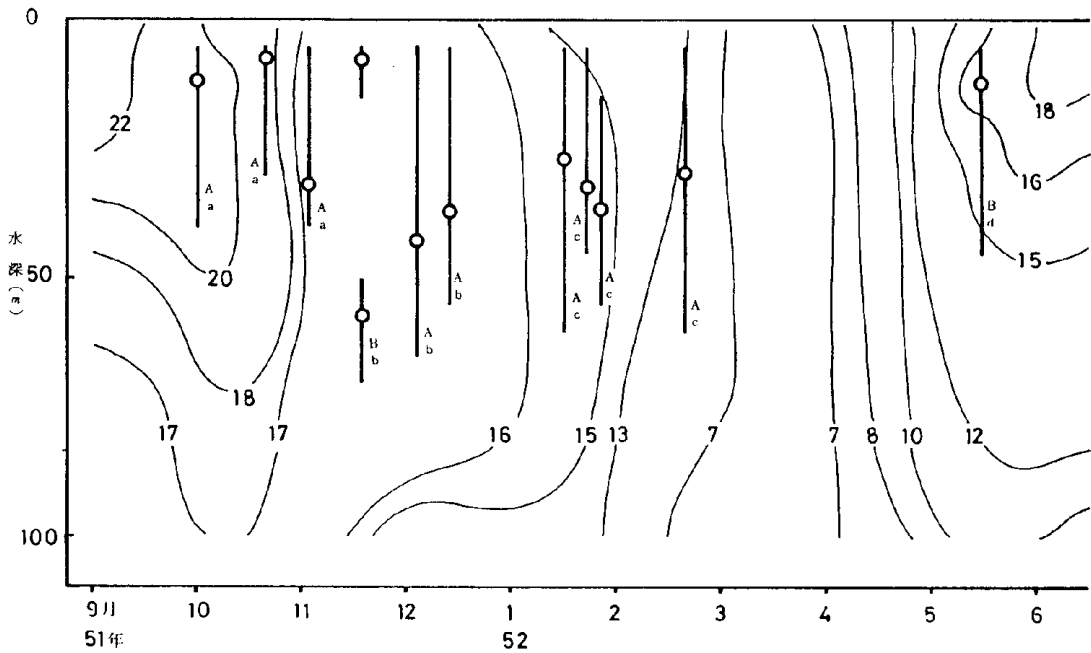
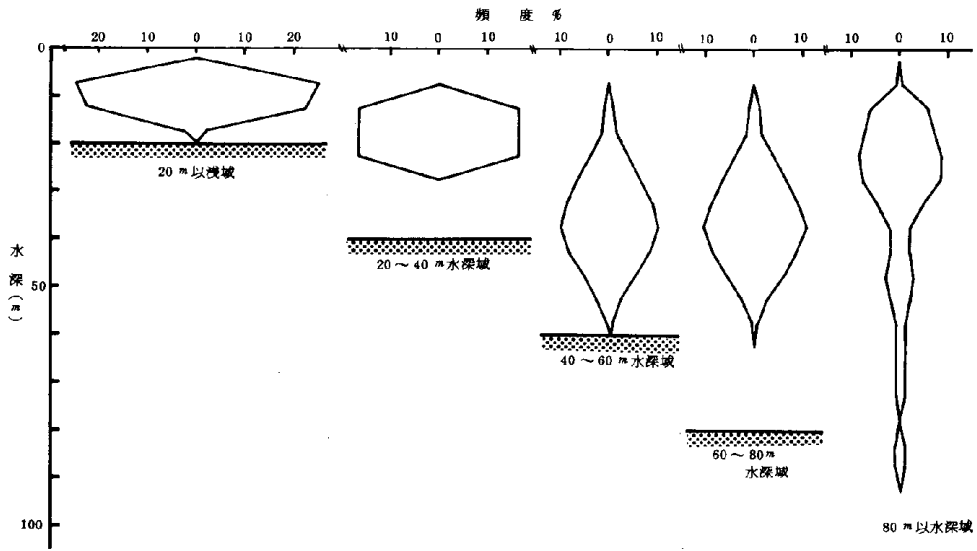


図7 水温イソプレットと魚探影像の分布

A : 未成魚 a : 索餌北上群
 B : 成魚 b : 索餌南下群
 c : 越冬群
 d : 産卵群

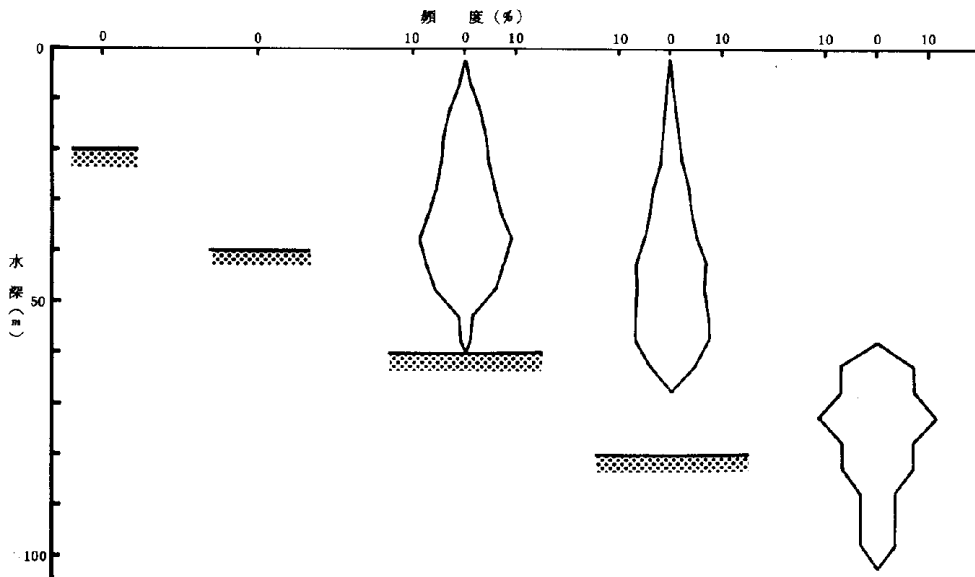
表4 発育段階・生活年周期別・水域別・水深別の魚群影像の出現頻度と底層への出現頻度

発育段階 生活年周期	未成魚						成魚			
	北上		南下		越冬		産卵		南下	
水域	頻度	底層	頻度	底層	頻度	底層	頻度	底層	頻度	底層
0 ~ 20	43 (13.2)	40 (93.0)	-	-	4 (0.4)	3 (75.0)	-	-	14 (38.9)	8 (57.1)
20 ~ 40	3 (0.9)	0 (0)	-	-	29 (3.2)	13 (44.8)	-	-	-	-
40 ~ 60	74 (22.8)	1 (1.4)	234 (59.4)	15 (6.4)	380 (41.9)	83 (21.8)	21 (12.0)	0 (0)	2 (5.6)	1 (50.0)
60 ~ 80	93 (28.6)	0 (0)	146 (34.2)	16 (11.0)	495 (54.4)	14 (2.8)	42 (24.0)	0 (0)	18 (50.0)	3 (16.7)
80 m以深	112 (34.5)	0 (0)	14 (3.3)	2 (14.2)	-	-	112 (64.0)	0 (0)	2 (5.6)	2 (100.0)
	% (100.0)		% (100.0)		% (100.0)		% (100.0)		% (100.0)	



a: 未成魚北上群

図8 未成魚北上群の水域別・水深別にみた魚群影像出現頻度
 註) 斜線部は海底深を示す。

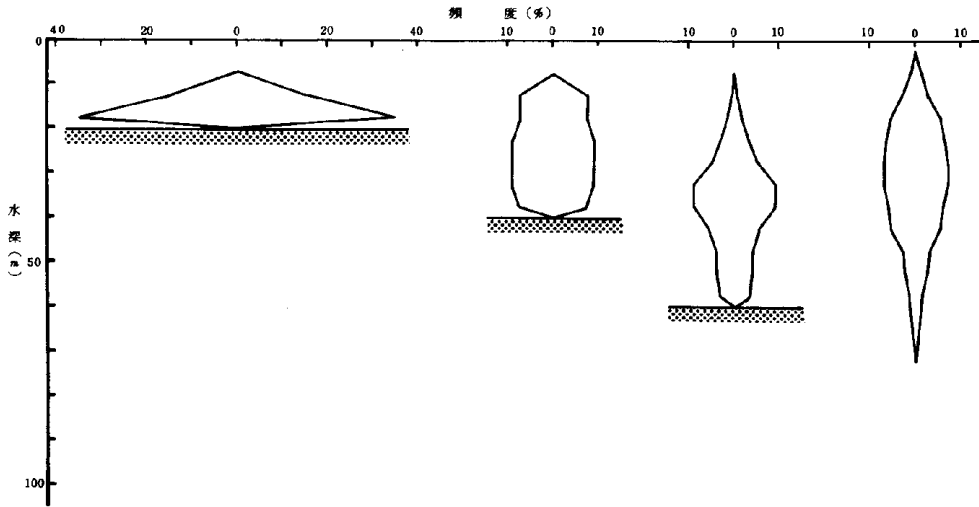


一方、成魚南下群では、20m以浅及び40~100mの海域にわたって広く分布するが、60~80m海域の出現頻度が最も高い、この海域で海底に接して出現する割合は小さく、17%であるが、20m以浅では57%に達する。

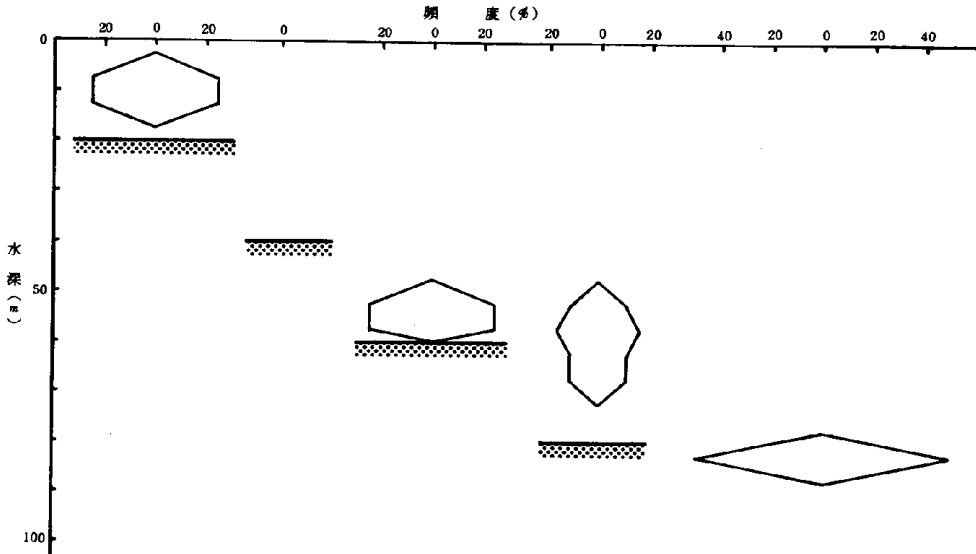
産卵群の場合には40m以深の海域に偏って分布す

る傾向がみられる点では未成魚南下群の場合とよく似ているが影像出現頻度では未成魚南下群の場合に較べてやや深い80m以深の海域で最大となる。そして海底に接して出現する影像はみられない。

以上のように、分布海域においても発育段階・生活周期に伴う微妙な差が認められるが、全体として



c: 未成魚越冬群



d: 成魚越冬南下群

群れの鉛直分布と海底とのかかわり合について考えてみると、20 m以浅の海域では海の深さが群れ分布の規則要因となる可能性が強いと云えるが少くとも60 m以深の海域に分布する場合には、海底が群れの下限を決定する要因とはなっていないように思われる。

魚群分布域を考える場合には、その日周期的深浅

移動などについても配慮しなければならない筈であるが今回はこの問題にまでは触れることができなかった。

この報告では魚群の分布様式にかかわる環境条件として水温分布及び海底の深さという二つの要因をとりあげたが、両者が魚群に対して与える影響の内容は全く異なる。水温条件は魚の生理的適応と密接

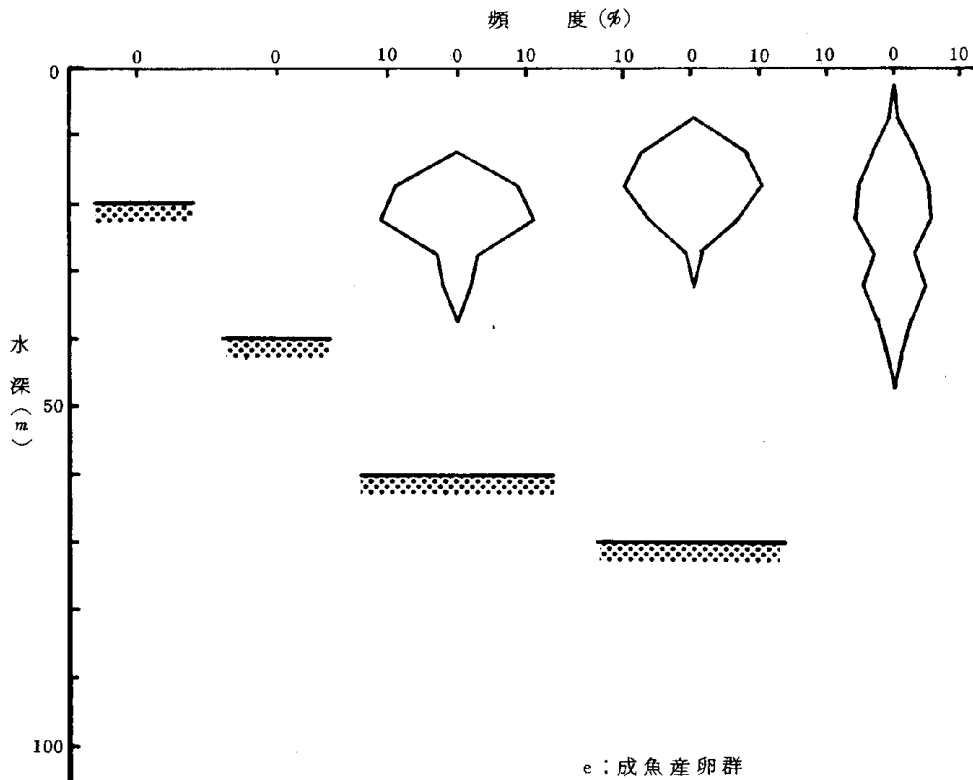


図8 未成魚北上群の水域別・水深別にみた魚群影像出現頻度
 註) 斜線部は海底深を示す。

な関係をもつ重要な要素であるが、ある適応可能な範囲の中ではむしろ魚の発育段階と生活年周期がどのような段階にあるかによって変る魚の要求が群れ形成を決定する基本的な要素と考えられる。

そして、海底の深さや地形は、水塊分布や、流動を規制するとともにその水塊に適応分布する魚群の分布形態に対して物理的な制限を与えるといえる。

この様な群れ分布の検討をするに当たって今回は主として魚探反応の影像分布によって魚群の分布状態

を整理しようとしたが、魚群の判別、発育段階との対応などに関しては可成り不明瞭な問題が残された。この点については更に実証的な方法を考える必要がある。

また、群れの形成や分布形態の日周期的変動性・群れ行動と流動・透明度・餌生物などとの関係、いずれも発育段階・生活年周期別に検討すべきいくつかの課題が残されている。