

紀伊水道および紀南沿岸海域における 魚卵・稚仔魚の群集構成と海域特性*

堀 木 信 男

目 次

は し が き	162
材 料 と 方 法	162
結 果 と 考 察	163
1 魚卵・稚仔魚の出現状況	163
(1) 出現量	163
1) 魚 卵	163
2) 稚仔魚	163
(2) 出現期とその盛期	163
1) 出現期	163
a 魚 卵	163
b 稚仔魚	163
2) 出現盛期	168
a 魚 卵	168
b 稚仔魚	169
2 魚卵・稚仔魚の分布状況とその補給源	171
(1) 水平分布	171
(2) 分布域の水温と塩分範囲	171
(3) 主要魚卵・稚仔魚の出現傾向	174
3 魚卵・稚仔魚群集の季節変動と海況の季節変動	175
(1) 調査海域の季節的海況特性	175
(2) 類似度指数からみた魚卵・稚仔魚の群集特性	178
1) 魚卵・稚仔魚組成の定点間類似度 (年採集物)	178
a 魚 卵	178
b 稚仔魚	180
2) 魚卵・稚仔魚組成の定点間類似度 (季節別採集物)	180
a 魚 卵	180
b 稚仔魚	180
(3) 魚卵・稚仔魚の群集特性と季節的海況変化との関係	186
要 約	192
文 献	193

* 平成元年12月16日、第11回稚魚研究会で概略を発表した。

はしがき

海洋における魚卵・稚仔魚の研究は、魚類の産卵や初期生活史における習性・発育に関する知見並びに卵・稚仔補給機構に基づく時・空間的な分布生態および量的動態等についての知見を集積して今日に至っている。

これらの知見のうち、分布生態に関する知見は、海域特性を指標し得るものとして、漁海況予報技術の向上に寄与している。

著者は、紀伊水道および紀南沿岸海域における魚卵・稚仔魚の分布生態を明らかにした。さらに魚卵・稚仔魚の群集生態的特性と海況との相互関係を検討し、当該海域における魚卵・稚仔魚群集の季節的構成が、瀬戸内海系水(内海系水)と黒潮系水(外海系水)との季節的消長と密接に関係していることを解明したのでその結果を報告する。

本報告を取りまとめるに当たり、御指導と校閲を頂いた水産庁養殖研究所大村支所長上田和夫博士、本研究の機会を与えて頂き、終始御指導と励ましを頂いた当水産試験場元場長鈴木猛氏、コンピューターによる計算業務を遂行して頂いた当水産試験場研究員芳養晴雄氏、魚卵・稚仔魚の同定・選別業務に長い間協力を頂いた海老名要一氏に心から感謝する。さらに困難な海洋観測(魚卵・稚仔魚採集作業)に従事された当時の当水産試験場調査船「さい」、「わかやま」の船長仲井孝夫氏、機関長岡出重明氏並びに調査員・乗組員の各位にお礼を申し上げる。

材料と方法

この報告で取り扱った試料は、1967年4月から1980年3月までに、紀伊水道～紀南沿岸海域で実施された「浅海・沿岸定線観測」の際に設定された12定点において採集された魚卵・稚仔魚標本である(図1)。

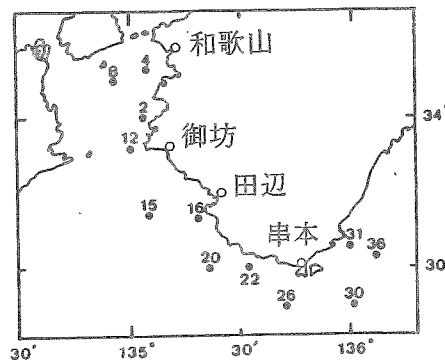


図1 採集海域および採集定点
(数字は定点番号)

採集方法は、採集具として①A網(口径1.3m、側長4.5m—側長前半3mはモジ網、後半1.5mはGG54・篩絹で構成した網)を用いた。

この網を船速2ノットで5分間、表層を水平に網の口枠の1/3が水面上に出るよう調節に努めながら曳航した。総曳網回数は1,616回である。なお、曳網に当たって運航された調査船は、当水産試験場所属調査船「さい」(34.76トン、180馬力)、「わかやま」(88.82トン、750馬力)である。

採集した魚卵・稚仔魚は、10%ホルマリン液で固定し、実験室に持ち帰り、その後に魚種の同定を行った。

結果の取りまとめおよび検討方法・要領等については報告の各項ごとに述べることにする。

結果と考察

1 魚卵・稚仔魚の出現状況

(1) 出現量

採集された魚卵・稚仔魚の全採集個体数はそれぞれ368,664粒、64,750尾である。主要魚卵・稚仔魚の出現回数および採集個体数を表1に示した。同表の比率は全採集個体数に対する各魚種の百分率である。

1) 魚卵

魚卵で最も多量に採集されたのはサバ属(ゴマサバとマサバ)である。その個体数は115,533粒で、全採集個体数の31.3%にあたる。サバ属に次いでカタクチイワシ61,364粒(全採集個体数の16.6%)、トカゲエソ31,592粒(8.6%)、タチウオ19,591粒(5.3%)、マイワシ13,338粒(3.6%)、ウルメイワシ4,053粒(1.1%)、スズキ2,858粒(0.8%)、ウナギ亜目2,808粒(0.8%)、シイラ2,155粒(0.6%)、エソ科(トカゲエソを除く)921粒(0.2%)などが、多量に採集された。これら上位10種類の総採集個体数は254,213粒で全採集個体数の69.0%を占めている。

また、出現回数はウナギ亜目が504回で最も多く、次いでカタクチイワシの423回、タチウオの303回、トカゲエソの293回、シイラの161回、以下エソ科、サバ属、マイワシ、カレイ目、ウルメイワシの順に減少している。

2) 稚仔魚(幼魚を含む)

稚仔魚で最も多量に採集されたのはカタクチイワシである。その個体数は21,165尾で、全採集個体数の約1/3の32.7%にあたる。カタクチイワシに次いでネズミギス8,956尾(全採集個体数の13.8%)、ヒメジ7,015尾(10.8%)、シマイサキ2,284尾(3.5%)、アイナメ2,251尾(3.5%)、タカベ1,493尾(2.3%)、アミメハギ1,488尾(2.3%)、イソギンポ1,310尾(2.0%)、マイワシ1,105尾(1.7%)、サンマ1,098尾(1.7%)などが、多量に採集された。これら上位10種類の総採集個体数は48,165尾で全採集個体数の74.4%を占めている。

また、出現回数はヒメジが567回で最も多く、次いでカタクチイワシの377回、ネズミギスの296回、シマイサキの287回、トビウオ科の269回、以下イソギンポ、メジナ、テンジクイサギ、ニジギンポ、サギフェの順に減少している。

(2) 出現期とその盛期

主要魚卵・稚仔魚の1曳網当たり採集個体数および出現地点比率*の月別変化について取りまとめ(表2、上段数字-1曳網当たりの採集個体数、下段数字-出現地点比率)、3~5月を春季、6~8月を夏季、9~11月を秋季、12~2月を冬季として、魚卵・稚仔魚出現の季節的变化を検討する。

1) 出現期

a 魚卵

ウルメイワシ、マイワシ、カタクチイワシ、タチウオ、ミシマオコゼの卵およびウナギ亜目、フリソデウオ属、カレイ目に属する種の卵は、周年にわたって出現している。

トカゲエソ、シイラの卵およびエソ科に属する種の卵は、春~夏~秋季の3つの季節を通して出現がみられ、ホウライエソ、スズキの卵は秋~冬~春季を通して、さらにサバ属に含まれる種の卵は冬~春~夏季を通して出現している。

b 稚仔魚

周年にわたって出現した稚仔魚は、マイワシ、カタクチイワシ、サンマ、ボラ、マアジ、ブリ、カンパチ、ヒメジ、メジナ、テンジクイサギ、イソギンポの11種とトビウオ科、サバ属(ゴマサバとマサバ)、ヒメジ科(ヒメジを除く)、クモハゼ科、フグ科(サバフグを除く)、フサカサゴ科に属する種である。

* 出現地点比率は、(魚卵・稚仔魚の採集された定点数)/(曳網定点数)×100で表した。

表1 主要魚卵・稚仔魚の出現回数および採集個体数

順位	魚 卵			稚 仔 魚				
	種 名	出現回数	採集個体数	比率(%)	種 名	出現回数	採集個体数	比率(%)
1	サバ属	145	115,533	31.3	カタクチイワシ	377	21,165	32.7
2	カタクチイワシ	423	61,364	16.6	ネズミギス	296	8,956	13.8
3	トカゲエソ	293	31,592	8.6	ヒメジ	567	7,015	10.8
4	タチウオ	303	19,591	5.3	シマイサキ	287	2,284	3.5
5	マイワシ	137	13,338	3.6	アイナメ	140	2,251	3.5
6	ウルメイワシ	127	4,053	1.1	タカベ	185	1,493	2.3
7	スズキ	109	2,858	0.8	アミメハギ	120	1,488	2.3
8	ウナギ亜目	504	2,808	0.8	イソギンポ	258	1,310	2.0
9	シイラ	161	2,155	0.6	マイワシ	113	1,105	1.7
10	エソ科	149	921	0.2	サンマ	195	1,098	1.7
11	ホウライエソ	56	654	0.2	サギフエ	208	997	1.5
12	カレイ目	129	568	0.2	カワハギ	174	997	1.5
13	ミシマオコゼ	108	482	0.1	メジナ	241	970	1.5
14	フリソデウオ属	68	131	0.0	テンジクイサギ	215	896	1.4
15					キス	176	868	1.3
16					ウマズラハギ	94	802	1.2
17					トビウオ科	269	738	1.1
18					ボラ	129	638	1.0
19					タカノハダイ	130	601	0.9
20					ニジギンポ	213	570	0.9
21					マアジ	126	497	0.8
22					ブリ	101	341	0.5
23					サバ属	76	333	0.5
24					ヒメジ科	87	309	0.5
25					オヤビッチャ	99	301	0.5
26					フサカサゴ科	104	291	0.4
27					クモハゼ科	61	257	0.4
28					シイラ	114	206	0.3
29					カンパチ	101	183	0.3
30					モンガラカワハギ科	84	170	0.3
31					サバフグ	76	150	0.2
32					フグ科	58	117	0.2
	合計		256,048	69.5	合計		59,397	91.7

表2 主要魚卵・稚仔魚の1 曳網当たり採集個体数及び出現地点比率の月別変化

(1) 魚卵

種名 \ 月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ウルメイワシ	1.8	2.4	6.8	17.9	1.4	0.5				0.3	0.2	2.3
	12.1	26.1	33.0	13.9	1.5	0.7				6.9	4.1	7.2
マイワシ	1.8	10.9	88.3	25.3	0.9	0.0					0.1	0.7
	9.7	26.8	39.4	24.6	6.0	0.7					3.4	5.0
カタクチイワシ	0.5	0.0	4.6	23.0	133.6	34.3	119.3	71.9	31.3	12.7	0.1	0.2
	1.6	2.9	21.3	40.2	37.3	48.6	50.3	41.3	45.4	9.9	6.2	2.2
ホウライエソ	0.2	5.9	0.5	0.3						0.0	0.2	0.0
	11.1	23.4	18.2	12.2						1.1	1.0	1.1
エソ科	0.0			0.0	0.2	1.1	0.6	2.0	1.8	0.4	0.2	0.0
	1.6			2.5	6.0	12.0	11.9	20.6	21.3	16.0	10.3	2.2
トカゲエソ				8.4	136.9	65.6	14.3	4.5	0.3			
				10.7	54.5	51.4	48.3	29.7	10.6			
ウナギ亜目	0.3	1.9	3.7	3.9	0.9	2.4	2.0	2.2	2.1	1.4	0.5	0.3
	14.5	26.8	22.3	26.2	22.4	41.5	39.1	52.9	40.4	38.9	24.8	15.8
フリソデウオ属	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1	0.1		0.2	0.1	0.0	0.0
	1.6	2.9	1.0	4.9	8.2	5.6	8.6		7.1	6.9	1.4	1.4
サバ属	0.0	1.0	236.9	753.6	5.9	2.3	0.1	0.2				
	0.8	5.8	36.2	41.8	23.1	7.0	3.3	3.2				
タチウオ			0.0	47.4	68.6	20.0	1.7	1.6	1.5	5.7	1.9	0.2
			1.0	19.7	35.8	45.1	21.9	16.1	21.3	29.0	22.8	5.0
シイラ				0.7	1.5	3.9	6.0	1.4	1.2	0.1		
				7.4	11.9	28.9	37.7	17.4	6.4	1.5		
スズキ	14.2	3.0	0.3						0.1	0.2	0.1	4.4
	30.6	20.3	6.4						0.7	3.1	1.4	21.6
ミシマオコゼ	0.2	0.1	0.1	0.4	0.1	0.4	0.2	0.3	0.7	0.7	0.1	0.3
	2.4	3.6	9.6	6.6	3.7	8.5	12.6	5.8	10.6	13.7	2.1	1.4
カレイ目	0.0	0.0			0.0	0.8	0.8	0.9	0.6	0.2	0.1	0.0
	0.8	0.7			4.5	16.2	12.6	20.6	12.1	7.6	0.7	0.7
全魚卵	23.4	27.9	365.1	903.8	413.2	265.0	322.6	359.8	70.8	28.0	28.6	14.7

上段：1 曳網当たり採集個体数、下段：出現地点比率

表2 つづき

(2) 稚仔魚

種名 \ 月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
マイワシ	1.0	2.0	4.7	0.8	0.0		0.0			0.0	0.3	0.8
	13.7	15.9	24.5	10.7	3.0		0.1			0.1	7.6	15.1
カタクチイワシ	0.1	0.1	0.7	0.9	4.1	86.9	39.9	4.5	0.3	1.6	4.3	0.4
	3.2	4.3	10.6	23.0	30.6	35.2	47.7	33.5	31.2	22.1	17.9	10.8
ネズミギス	0.0						0.3	14.9	28.7	18.1	1.2	0.0
	0.8						8.6	52.3	68.1	55.0	19.3	3.6
サンマ	0.7	2.1	0.8	2.2	1.9	0.2	0.0				0.0	0.7
	23.4	22.5	18.1	32.0	27.6	12.0	1.3				2.8	13.7
トビウオ科					0.1	1.3	2.4	0.6	0.4	0.2	0.1	0.0
					9.7	34.5	57.6	34.8	25.5	14.5	6.9	0.7
サギフエ	2.4	2.2	1.0	0.8						0.0	0.3	1.2
	34.7	34.1	33.0	24.6						0.8	9.7	30.2
ボラ	0.0	0.0	0.1	0.2	0.2	0.1		0.0	0.0	0.6	3.0	0.3
	2.4	4.3	6.4	6.6	6.0	1.4		0.6	2.8	10.7	38.6	15.1
サバ属		0.0	0.1	0.8	0.1	1.1	0.2	0.0	0.1			
		1.4	11.7	18.9	7.5	14.1	3.3	0.6	2.8			
シイラ					0.0	0.2	0.4	0.5	0.2	0.1	0.0	
					1.5	14.1	22.5	20.0	12.8	6.1	0.7	
マアジ	0.0	0.1	0.3	0.3	0.3	0.6	0.5	1.1	0.2	0.0	0.0	
	2.4	4.3	7.4	9.0	13.4	12.7	13.9	12.3	13.5	2.3	0.7	
ブリ		0.0	0.0	0.9	1.2	0.4	0.0	0.0	0.0			
		0.7	3.2	17.2	31.3	17.6	2.6	2.6	0.7			
カンパチ	0.0				0.0	0.2	0.2	0.3	0.4	0.1	0.0	
	0.8				3.7	9.9	11.9	14.2	21.3	6.1	2.1	
タカベ	0.2	0.1					0.0		0.1	2.7	5.9	1.6
	8.9	6.5					0.7		2.1	24.4	54.5	36.0
ヒメジ科					0.1	0.0	0.3	0.3	0.5	0.3	0.6	0.0
					6.0	2.8	6.6	10.3	9.9	11.5	11.7	2.2
ヒメジ	0.0			0.1	0.5	3.6	7.0	5.7	17.8	10.1	4.3	0.2
	1.6			5.7	24.6	44.4	59.6	60.0	71.6	68.7	52.4	8.6
キス	0.0	0.0				0.1	1.4	1.9	1.5	0.4	0.3	0.2
	1.6	1.4				4.2	19.2	33.5	24.1	13.7	13.8	9.4
メジナ	0.6	0.4	0.4	1.1	1.1	0.6	0.0			0.1	1.0	1.5
	25.8	19.6	22.3	36.9	35.1	13.4	0.7			1.5	13.8	19.4
テンジクイサギ	0.0				0.0	0.4	1.1	0.7	2.1	1.5	0.4	0.0
	0.8				0.7	14.8	27.8	23.9	31.9	29.8	18.6	1.4

表2 つづき

(2)つづき

種名 \ 月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
シマイサキ						0.0	1.9	6.9	5.6	0.9	0.0	
						0.7	31.8	64.5	68.8	30.5	0.7	
タカノハダイ	0.1	0.0								0.6	2.0	1.5
	7.3	2.2								16.8	15.2	32.4
イソギンポ				0.1	0.3	2.7	2.2	1.3	1.1	1.1	0.3	0.1
				2.5	14.2	30.3	25.2	31.6	31.2	26.0	16.6	2.9
ニジギンポ						0.1	0.4	0.7	1.3	0.9	0.5	0.0
						3.5	20.5	30.3	37.6	32.8	22.1	1.4
クモハゼ科			0.0		0.0	0.6	0.3	0.1	0.2	0.5	0.0	0.1
			1.1		0.7	4.2	6.6	9.0	7.8	7.6	2.8	2.9
オヤビツチャ				0.0	0.1	0.0	0.3	0.3	1.0	0.3	0.1	
				0.8	3.7	3.5	7.3	11.0	19.9	17.6	6.2	
モンガラカワハギ科					0.1	0.1	0.1	0.4	0.3	0.1		
					4.5	6.3	5.3	14.2	18.4	9.9		
カワハギ				0.0	0.1	0.7	1.7	2.4	1.7	0.1	0.0	
				0.8	6.7	21.2	33.8	32.3	17.0	5.3	1.4	
アミメハギ						0.1	0.4	5.0	2.4	2.1	0.1	0.0
						9.9	10.6	22.6	23.4	9.2	6.2	0.7
ウマズラハギ				0.4	3.3	2.0	0.2		0.0			
				4.9	28.4	28.2	6.0		0.7			
フグ科	0.0			0.1	0.0	0.0	0.7	0.5	0.4	0.0	0.0	0.0
	0.8			5.7	3.7	3.5	23.2	27.1	22.7	4.6	1.4	0.7
サバフグ				0.0	0.0	0.0	0.3	0.4	0.2	0.0		
				0.8	0.7	0.7	11.3	22.6	13.5	1.5		
フサカサゴ科	0.1	0.8	0.2	0.4	0.1	0.2	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1
	6.5	10.1	5.3	11.5	5.2	3.5	1.3	5.8	5.7	1.5	4.1	5.0
アイナメ	9.8	6.2	1.2	0.0								0.5
	38.7	34.1	16.0	0.8								20.9
全稚仔魚	16.3	19.4	10.0	9.6	15.1	106.8	74.3	53.2	73.2	44.5	25.9	10.0

上段：1 曳網当たり採集個体数、下段：出現地点比率

シイラ、オヤビッチャ、カワハギ、ウマズラハギ、サバフグの稚仔魚およびモンガラカワハギ科に属する種の稚仔魚は、春～夏～秋季の3つの季節を通して出現している。ネズミギス、タカベ、キス、ニジギンボ、アミメハギの稚仔魚は、夏～秋～冬季を通して出現がみられ、サギフェの稚仔魚は秋～冬～春季を通して出現している。

シマイサキの稚仔魚は、夏～秋季の2季を通して出現がみられ、タカノハダイの稚仔魚は秋～冬季に、さらにアイナメの稚仔魚が冬～春季に出現している。

当調査海域に出現した魚卵・稚仔魚について、それぞれの季節的出現傾向を、出現期の長短という観点からまとめると表3に示すように、周年出現型、3季節出現型、2季節出現型の3つの出現タイプに類型化することができる。

表3 魚卵・稚仔魚の出現期

出現型		魚 卵	稚 仔 魚
周年出現型		ウルメイワシ、マイワシ、カタクチイワシ、タチウオ、ミシマオコゼ、ウナギ亜目、フリソデウオ属、カレイ目	マイワシ、カタクチイワシ、サンマ、ボラ、マアジ、ブリ、カンパチ、ヒメジ、メジナ、テンジクイサギ、イソギンボ、トビウオ科、サバ属、ヒメジ科、クモハゼ科、フグ科、フサカサゴ科、
3 季 節 出 現 型	春～夏～秋季	トカゲエソ、シイラ、エソ科	シイラ、オヤビッチャ、カワハギ、ウマズラハギ、サバフグ、モンガラカワハギ科
	夏～秋～冬季		ネズミギス、タカベ、キス、ニジギンボ、アミメハギ
	秋～冬～春季	ホウライエソ、スズキ	サギフェ
	冬～春～夏季	サバ属	
2 季 節 出 現 型	夏 ～ 秋季		シマイサキ
	秋 ～ 冬季		タカノハダイ
	冬 ～ 春季		アイナメ

周年出現型および3季節出現型の魚種は一般に産卵期が長いことがうかがわれる。ただし、この出現型に含まれても種名の同定できなかった魚卵・稚仔魚、つまりエソ科、ウナギ亜目、フリソデウオ属、トビウオ科、サバ属、ヒメジ科、クモハゼ科、モンガラカワハギ科、フグ科、フサカサゴ科、カレイ目に属する種については、単一種を想定した場合には、周年あるいは3季節にわたり出現するものは限定されてくるものと考えられる。

また、2季節出現型の魚種は産卵期が比較的短いことが推定される。

2) 出現盛期

a 魚卵

カタクチイワシ、トカゲエソ、タチウオの卵およびウナギ亜目に属する種の卵は、春～夏季に出現盛期がみられる。ミシマオコゼの卵およびエソ科、フリソデウオ属、カレイ目に属する種の卵の出現

盛期は、夏～秋季である。冬～春季を出現盛期とするものには、ウルメイワシ、マイワシ、ホウライエソの卵がある。春季のみにその盛期が認められるものにはサバ属に属する種の卵があり、シイラの卵は夏季のみに、スズキの卵は冬季のみに出現盛期が認められる。

b 稚仔魚

春～夏季に出現盛期がみられる稚仔魚には、カタクチイワシ、マアジ、ブリ、ウマズラハギがある。ネズミギス、カンパチ、ヒメジ、キス、テンジクイサギ、シマイサキ、ニジギンボ、オヤビッチャ、カワハギ、アミメハギ、サバフグの11種の稚仔魚およびヒメジ科、クモハゼ科、モンガラカワハギ科、フグ科に属する種の稚仔魚の出現盛期は、夏～秋季である。

秋～冬季に出現盛期がみられる稚仔魚には、ボラ、タカベ、タカノハダイがあり、マイワシ、サンマ、メジナの稚仔魚は冬～春季に、それらの出現盛期が認められる。また、フサカサゴ科に属する種の稚仔魚では、夏または冬季にその盛期が認められるが、その各季節に出現する同科の稚仔魚は、それぞれ種を異にするものと考えられる。

サバ属に属する稚仔魚は、春季のみに出現盛期をもち、シイラ、イソギンボの稚仔魚およびトビウオ科に属する種の稚仔魚の出現盛期は、夏季のみに認められる。

冬季のみにその盛期をもつ稚仔魚には、サギフエ、アイナメがある。

以上当調査海域に出現する魚卵・稚仔魚の出現盛期の現れ方をまとめると表4に示すように、8つの型に整理される。

この結果は、おそらく表層性魚卵・稚仔魚を産み出した親魚（種）の産卵可能期間の長短に基づいているものと考えられる。

表4 魚卵・稚仔魚の出現盛期

出現盛期型	魚 卵	稚 仔 魚
春～夏季中心型	カタクチイワシ、トカゲエソ、 タチウオ、アナギ亜目	カタクチイワシ、マアジ、ブリ、 ウマズラハギ
夏～秋季中心型	ミシマオコゼ エソ科、フリソデウオ属、 カレイ目	ネズミギス、カンパチ、ヒメジ、キス、 テンジクイサギ、シマイサキ、ニジギンボ、 オヤビッチャ、カワハギ、アミメハギ、 サバフグ、ヒメジ科、クモハゼ科、 モンガラカワハギ科、フグ科
秋～冬季中心型		ボラ、タカベ、タカノハダイ
冬～春季中心型	ウルメイワシ、マイワシ、ホウライエソ	マイワシ、サンマ、メジナ
夏・冬季中心型		フサカサゴ科
春 季 中心型	サバ属	サバ属
夏 季 中心型	シイラ	シイラ、イソギンボ、トビウオ科
冬 季 中心型	スズキ	サギフエ、アイナメ

魚卵・稚仔魚の出現盛期型のうち夏または冬季中心型を除き、春～夏季中心型は水温上昇期、夏～秋季中心型は高温期、秋～冬季中心型は水温下降期、冬～春季中心型は低温期に各魚種の主産卵期が符節するものとする。

各魚卵・稚仔魚の当調査海域での出現状況について、出現期とその盛期から想定される産卵期およびその盛期に対応する水温の季節変化の特徴等との諸関係を表5、表6に魚卵・稚仔魚別にまとめた。

なお、表4の魚卵・稚仔魚の項の双方に種名が記載されているカタクチイワシ、マイワシ、シイラおよびサバ属に属する種は、表層性浮魚類に類型化されている魚種であり、魚卵・稚仔魚の項のいずれか1つの項にしか出現していない魚種は、魚卵についていえば孵化後の生活域が中・底層に移行する種類や稚仔魚以降の生活域が表層から中～底層水域または調査外域へ移行する種類のものが多いと判断される。

表5 魚卵の季節的出現傾向

ただし、()内は該当期の水温状態

出現型	出現盛期	魚卵
周年出現型 (産卵期が長期)	春～夏季中心型(上昇期)	カタクチイワシ、タチウオ、ウナギ亜目
	夏～秋季中心型(高温期)	ミシマオコゼ、フリンソデオ属、カレイ目
	冬～春季中心型(低温期)	ウルメイワシ、マイワシ
3季節出現型 (産卵期が比較的長期)	春～夏季中心型(上昇期)	トカゲエソ
	夏～秋季中心型(高温期)	エソ科
	冬～春季中心型(低温期)	ホウライエソ
	春季中心型(昇温期)	サバ属
	夏季中心型(最高温期)	シイラ
	冬季中心型(最低温期)	スズキ

表6 稚仔魚の季節的出現傾向

ただし、()内は該当期の水温状態

出現型	出現盛期	稚仔魚	
周年出現型 (産卵期が長期)	春～夏季中心型(上昇期)	カタクチイワシ、マアジ、ブリ	
	夏～秋季中心型(高温期)	カンパチ、ヒメジ、テンジクイサギ、ヒメジ科、クモハゼ科、フグ科	
	秋～冬季中心型(下降期)	ボラ	
	冬～春季中心型(低温期)	マイワシ、サンマ、メジナ	
	夏または冬季中心型(最高温期または最低温期)	フサカサゴ科	
	春季中心型(上昇期)	サバ属	
	夏季中心型(最高温期)	イソギンボ、トビウオ科	
3季節出現型 (産卵期が比較的長期)	春～秋	春～夏季中心型(上昇期)	ウマズラハギ
		夏～秋季中心型(高温期)	オヤビツチャ、カワハギ、サバフグ、モンガラカワハギ科
		夏季中心型(最高温期)	シイラ
	夏～冬	夏～秋季中心型(高温期)	ネズミギス、キス、ニジギンボ、アミメハギ
		秋～冬季中心型(下降期)	タカベ
	秋～春	冬季中心型(最低温期)	サギフェ
2季節出現型 (産卵期が短期)	夏～秋	夏～秋季中心型(高温期)	シマイサキ
	秋～冬	秋～冬季中心型(下降期)	タカノハダイ
	冬～春	冬季中心型(最低温期)	アイナメ

(最高温期又は最低温期)

2 魚卵・稚仔魚の分布状況とその補給源

(1) 水平分布

各主要魚卵・稚仔魚の当調査海域における表層水平分布様式を知るため、それらの出現地点ごとに出現比率を求め、分布図を作成した(付図1)。これら付図から、当調査海域における主要魚卵・稚仔魚の分布様式は概ね5つの分布型に類型化される。すなわち、トカゲエソ、スズキの卵、カレイ目に属する種の卵およびキス、イソギンポ、ニジギンポ、アミメハギ、アイナメの稚仔魚の分布にみるように、紀伊水道域に分布の重心がみられ、外海域に向けてその分布密度がうすく、拡散状況が想定される型、これをA型とする。

カワハギ、ウマズラハギの稚仔魚およびクモハゼ科、フサカサゴ科に属する種の稚仔魚の分布にみるように、紀伊水道域での出現が、外海域のそれより多い分布型をB型とする。

ホウライエソの卵、サギフエの稚仔魚およびヒメジ科に属する種の稚仔魚の分布が示しているように、外海域のみでその出現がみられ、紀伊水道域での出現が非常にまれである型をC型とする。

ウルメイワシ、マイワシ、タチウオ、シイラの卵およびエソ科、ウナギ亜目、フリソデウオ属、サバ属に属する種の卵、さらにマイワシ、ネズミギス、サンマ、ボラ、シイラ、マアジ、ブリ、カンパチ、タカベ、ヒメジ、メジナ、テンジクイサギ、シマイサキ、タカノハダイ、オヤビッチャの稚仔魚およびトビウオ科、モンガラカワハギ科に属する種の稚仔魚にみられるような分布型、つまり外海域に分布の重心がみられ、紀伊水道域への拡散状況が想定される型をD型とする。この分布型に含まれるウルメイワシとマイワシの卵は、紀伊水道入口付近で特に多く出現している。

カタクチイワシ、シマオコゼの卵、カタクチイワシ、サバフグの稚仔魚およびサバ属、フグ科に属する種の稚仔魚の分布にみるように、濃密分布域が分散的に認められ、分布様式が明確でない型をE型とする。

これら分布型のうち、A型とB型の分布を示す魚種の産卵場は瀬戸内海(大阪湾、播磨灘)あるいは紀伊水道域にあり、これらの魚卵・稚仔魚は産卵場からその南に位置する紀伊水道域へ、さらには外海域へと拡散していることが想定される。また、これら魚卵・稚仔魚は、比較的内湾・沿岸性海域に成育する魚種である。

C型とD型の分布を示す魚種は、産卵場が外海域あるいは黒潮上流域にあり、これらの魚卵・稚仔魚は黒潮およびそれから分岐する外海系水により紀伊水道域へ移送、補給されていることを示唆している。また、これら魚卵・稚仔魚は、比較的外洋・沖合性の強い海域に成育する魚種である。

分布様式が不明確なE型を示す魚種のうち、カタクチイワシは産卵親魚群がいくつかの群で構成されていて、各群の産卵時期、産卵場のちがい^{1, 2)}を反映しているものと考えられる。また、サバ属の種の稚仔魚は表層よりも中・底層により多く分布している³⁾ため、表層での分布型が不明瞭になったものと推定される。

次いでこれら魚卵・稚仔魚の分布型と出現盛期との関係から、各魚卵・稚仔魚の補給源および補給時期を検討した(表7)。

この表から水産上重要魚種について検討すると、トカゲエソ、ウマズラハギの産卵は春季から夏季にかけて、キス、カワハギは夏～秋季に、スズキ、アイナメは冬季に、いずれも瀬戸内海および紀伊水道域の内湾・沿岸性の海域で産卵され、魚卵・稚仔魚として外海域へ向け移送拡散されていると考えられる。

タチウオ、マアジ、ブリの産卵は春季から夏季にかけて、カンパチ、ヒメジは夏～秋季に、ボラ、タカベは秋～冬季に、ウルメイワシ、マイワシ、サンマ、メジナは冬～春季に、サバ属に属する種は春季に、さらにシイラは夏季にいずれも外海域あるいは黒潮上流域で産卵され、魚卵・稚仔魚として黒潮に由来する外海系水によって紀伊水道域へ移送補給されているものと推定される。

(2) 分布域の水温と塩分範囲

魚卵・稚仔魚の採集時に同時に実施された水温・塩分の観測値を用いて、それらが分布する環境条

表7 魚卵・稚仔魚の分布型と出現盛期との関係

分布型 出現盛期	A 型	B 型	C 型	D 型
春～夏季中心型	トカゲエソ卵	ウマズラハギ稚仔		タチウオ・ウナギ垂目卵 マアジ・ブリ稚仔
夏～秋季中心型	カレイ目卵 キス・ニジギンボ・ アミメハギ稚仔	カワハギ・クモハゼ科稚仔	ヒメジ科稚仔	エソ科・フリソデウオ属卵 ネズミギス・カンパチ・ヒメジ・ テンジクイサギ・シマイサキ・オヤ ビッチャ・モンガラカワハギ科稚仔
秋～冬季中心型				ボラ・タカベ・タカノハダイ稚仔
冬～春季中心型			ホウライエソ卵	ウルメイワシ・マイワシ卵 マイワシ・サンマ・メジナ稚仔
夏・冬季中心型		フサカサゴ科稚仔		
春季中心型				サバ属卵
夏季中心型	イソギンボ稚仔			シイラ卵 シイラ・トビウオ科稚仔
冬季中心型	スズキ卵 アイナメ稚仔		サギフェ稚仔	

A型：外海域に分布の重心がみられ、外海域に向けて拡散が想定される分布型

B型：紀伊水道域での出現が外海域のそれより多い分布型

C型：外海域のみで出現し、紀伊水道域での出現が非常にまれである分布型

D型：外海域に分布の重心がみられ、紀伊水道域への拡散が想定される型

表8 魚卵・稚仔魚が多量に分布する海域の水温・塩分範囲

魚 卵	稚 仔 魚	水温・塩分
	マアジ、キス、アミメハギ	25～30℃ 32～33
カタクチイワシ	ネズミギス、シイラ、ヒメジ、テンジクイサギ、 シマイサキ、ニジギンボ、オヤビッチャ、 カワハギ、サバフグ、ヒメジ科、 モンガラカワハギ科	25～30℃ 33～34
	カンパチ	25～30℃ 34～35
	カタクチイワシ、イソギンボ	20～25℃ 33～34
トカゲエソ、タチウオ、 シイラ	ボラ、タカベ、メジナ、タカノハダイ、 ウマズラハギ	20～25℃ 34～35
ウルメイワシ、マイワシ、 ホウライエソ、ミシマオコ ゼ、サバ属	マイワシ、サンマ、サギフェ、 ブリ、サバ属	15～20℃ 34～35
スズキ	アイナメ	10～15℃ 33～34

件を検討するため、T-Sダイアグラムを付図2に示した。これら付図から、各魚卵・稚仔魚が多量に分布する海域の水温・塩分範囲を検討し、表8に取りまとめた。

マアジ、キス、アミメハギの稚仔魚は、水温25~30℃、塩分32~33の範囲に、カタクチイワシの卵、ネズミギス、シイラ、ヒメジ、テンジクイサギ、シマイサキ、ニジギンボ、オヤビッチャ、カワハギ、サバフグの稚仔魚およびヒメジ科、モンガラカワハギ科に属する種の稚仔魚は、水温25~30℃、塩分33~34の範囲に、カンパチの稚仔魚は、水温25~30℃、塩分34~35の範囲に、カタクチイワシ、イソギンボの稚仔魚は、水温20~25℃、塩分33~34範囲に多量に分布する。

また、トカゲエソ、タチウオ、シイラの卵およびボラ、タカベ、メジナ、タカノハダイ、ウマズラハギの稚仔魚は、水温20~25℃、塩分34~35の範囲に、ウルメイワシ、マイワシ、ホウライエソ、ミシマオコゼの卵、サバ属に属する種の卵およびマイワシ、サンマ、サギフェ、ブリの稚仔魚、サバ属に属する稚仔魚は、水温15~20℃、塩分34~35の範囲に多く出現している。さらにスズキの卵とアイナメの稚仔魚は、水温10~15℃、塩分33~34の範囲に多く出現している。

これら魚卵・稚仔魚が多量に出現分布した水温・塩分範囲と前項で述べた分布型との相対関係を表9に示した。

表9 魚卵・稚仔魚の分布型と水温・塩分との相対関係

水平分布型 水温・塩分	A 型	B 型	C 型	D 型
25~30℃ 32~33	キス・アミメハギ稚仔			マアジ稚仔
25~30℃ 33~34	ニジギンボ稚仔	カワハギ稚仔	ヒメジ稚仔	ネズミギス・シイラ・ヒメジ・ テンジクイサギ・シマイサキ・ オヤビッチャ・モンガラカワハギ科稚仔
25~30℃ 34~35				カンパチ稚仔
20~25℃ 33~34	イソギンボ稚仔			
20~25℃ 34~35	トカゲエソ卵	ウマズラハギ稚仔		タチウオ・シイラ卵 ボラ・タカベ・メジナ・タカノハダイ稚仔
15~20℃ 34~35			ホウライエソ卵 サギフェ稚仔	ウルメイワシ・マイワシ・サバ属卵 マイワシ・サンマ・ブリ稚仔
10~15℃ 33~34	スズキ卵 アイナメ稚仔			

A型：紀伊水道域に分布の重心がみられ、外海域に向けて拡散が想定される分布型

B型：紀伊水道域での出現が外海域のそれより多い分布型

C型：外海域のみで出現し、紀伊水道域での出現が非常にまれである分布型

D型：外海域に分布の重心がみられ、紀伊水道域への拡散が想定される分布型

A型とB型に属する魚卵・稚仔魚の中でもスズギの卵、キス、イソギンボ、アミメハギ、アイナメの稚仔魚は、より内湾・沿岸域に分布する傾向の強い魚種であると判断される。

また、C型とD型に属する魚卵・稚仔魚の中でもウルメイワシ、マイワシ、ホウライエソ、タチウオ、シイラの卵、サバ属に属する種の卵およびマイワシ、サンマ、サギフェ、ボラ、ブリ、カンパチ、タカベ、メジナ、タカノハダイの稚仔魚は、より外洋・沖合域に分布する傾向が強い魚種であることがわかる。

(3) 主要魚卵・稚仔魚の出現傾向

前述の魚卵・稚仔魚の水平分布および分布する環境条件より、当調査海域で出現する魚卵・稚仔魚は、紀伊水道域で主に分布する内湾・沿岸性の強いものと、外海域で主に分布する外洋・沖合性の強いものとに大別される。そして、それぞれの分布海域より他の海域へ移送拡散あるいは補給されており、それら両者の境界は紀伊水道入口付近に存在するものと想定される。そこで、紀伊水道域に分布の重心がみられ、外海域に向けてその分布密度がうすくなっているA型の中でもより内湾・沿岸性の強いスズキの卵およびイソギンボ、アミメハギ、アイナメの稚仔魚を代表種として選び、それぞれの出現傾向について検討した。

それぞれの魚卵・稚仔魚ごとに同じ年・同じ月に任意の2定点(St.2,4,8,12,15)の双方で出現する回数、1定点のみで出現する回数を調べると表10のようになる。なお、斜線より上は2定点の双方で出現する回数、斜線より下は1定点のみで出現する回数を示し、カッコ内の数字は2定点の双方で出現する回数の比率である。また、これらの水平分布を図2に示した。

表10 主要魚卵・稚仔魚の出現傾向
(1) スズキ卵

	St. 2	4	8	12	15
St. 2		7 (39)	6 (33)	7 (35)	2 (15)
4	11		14 (70)	11 (44)	4 (20)
8	12	6		12 (55)	4 (22)
12	13	14	10		4 (20)
15	11	16	14	16	

(2) イソギンボ稚仔

	St. 2	4	8	12	15
St. 2		17 (33)	19 (35)	13 (28)	4 (10)
4	35		27 (54)	16 (34)	7 (17)
8	36	23		20 (42)	5 (11)
12	33	31	28		5 (15)
15	36	35	42	29	

(3) アミメハギ稚仔

	St. 2	4	8	12	15
St. 2		12 (34)	9 (24)	9 (30)	3 (12)
4	23		14 (39)	10 (36)	3 (11)
8	29	22		10 (31)	5 (19)
12	21	18	22		3 (16)
15	23	24	22	16	

(4) アイナメ稚仔

	St. 2	4	8	12	15
St. 2		22 (69)	19 (59)	15 (50)	8 (32)
4	10		24 (69)	20 (61)	10 (32)
8	13	11		17 (52)	8 (27)
12	15	13	16		7 (28)
15	17	21	22	18	

夏季に出現盛期をもつイソギンボの稚仔魚は、紀伊水道中・北部域のSt.4とSt.8での出現傾向は比較的似ているが、それ以外の定点間ではあまり似ていない。それぞれの定点間における比率は紀伊水道入口(日ノ御崎沖)のSt.12と外海域のSt.15との間で最も低く、この定点間では不連続な境界が顕著である。

春～夏季に出現盛期をもつアミメハギの稚仔魚のそれぞれの定点間の出現傾向はあまり似ていない。中でも特に紀伊水道入口のSt.12と外海域のSt.15との間で比率は最も低く、この定点間では不連続な境界が顕著である。

冬季に出現盛期をもつスズキの卵は、イソギンボの稚仔魚とほぼ同様に紀伊水道中・北部域のSt.4とSt.8での出現傾向はきわめてよく似ているが、それ以外の定点間ではあまり似ていない。それぞれの定点間における比率は紀伊水道入口のSt.12と外海域のSt.15との間で最も低く、この定点間では不

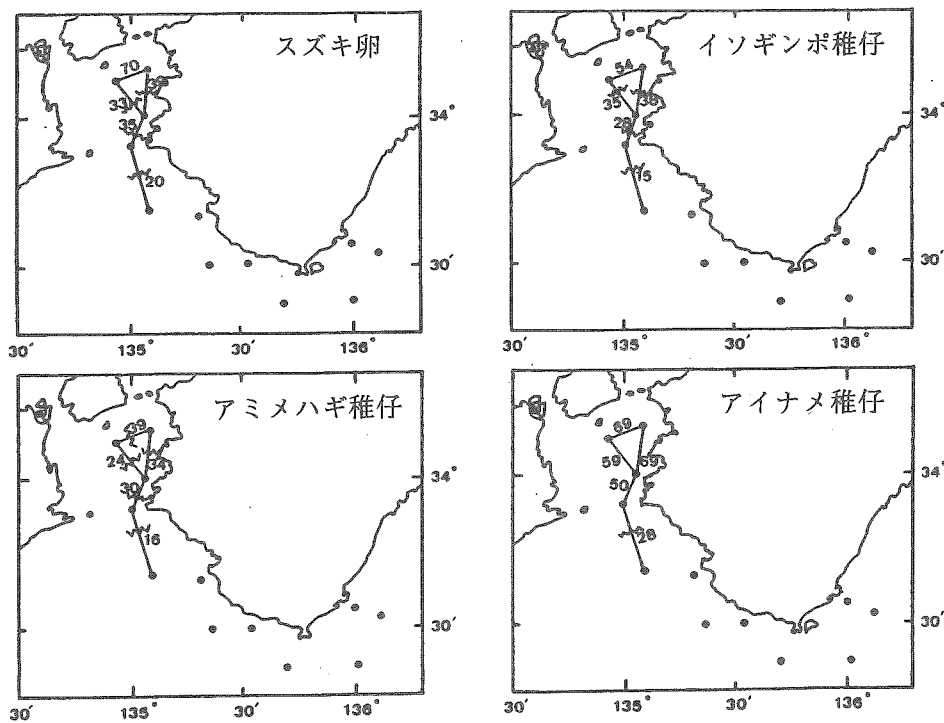


図2 主要魚卵・稚仔魚出現傾向の水平分布
(数字は2定点の双方で出現する回数の比率)

連続な境界が顕著である。

また、冬季に出現盛期をもつアイナメの稚仔魚は、紀伊水道内での出現傾向はよく似ているが、紀伊水道入口のSt.12 と外海域のSt.15 との間には不連続な境界が想定される。

以上のように紀伊水道域に分布の重心がみられる魚卵・稚仔魚の出現傾向から紀伊水道およびその外域で不連続な境界が想定され、その中でも紀伊水道入口付近のものが特に顕著である。この紀伊水道入口付近の不連続な境界は主として内海(瀬戸内海)系水と外海(黒潮)系水の両水塊によって形成されているものと推定される。

3 魚卵・稚仔魚群集の季節変動と海況の季節変動

(1) 調査海域の季節的海況特性

紀伊水道および紀南沿岸海域で観測された、月別・水深別水温・塩分の観測値を用いて、当調査海域における海況の季節変動を検討した。さらに既往知見^{4,5,6,7)}も援用しながら当調査海域水質変動の基礎となっている内海系水と外海系水との季節的動態について考察した。

紀伊水道域は、北部では大阪湾、播磨灘から流出する内海水および東岸の紀ノ川、有田川、西岸の吉野川、那賀川などから流入する河川水の影響による沿岸性の強い海域である。また、一方南部では太平洋に向かって大きく開き、水深が急に深くなっているため、外海系水の影響を強く受ける海域である。紀伊水道域はこの2つの異なる水塊が複雑に接触、混合する海域であり、両水塊の消長によって紀伊水道域の海況が左右されているといえよう。

月別の平均表面水温・塩分の水平分布を図3に示した。

高水温・高塩分な外海系水は、紀伊水道域の和歌山県寄りに流入、北上し、紀伊水道域の東半分を広くおおっている。逆に、大阪湾、播磨灘から流出した低水温・低塩分な内海水および吉野川、那賀川などから流入した河川水は、徳島県沿岸に沿って南下し、蒲生田崎沖から外海域へ張り出している。この外海系水と内海系水が接触する紀伊水道南部から入口付近にかけて、冬～春季に水温および塩分の不連続帯が顕著にみられる。

そこで、図4に外海域のSt.15と紀伊水道北部域のSt.4*との水温および塩分の差を示した。

両定点間の水温差は12～4月に大きく、その他の月は比較的小さい。また、塩分差の季節変化も水

* 竹内⁵⁾によると、St.4は内海系水におおわれて水温・塩分が最も低い。

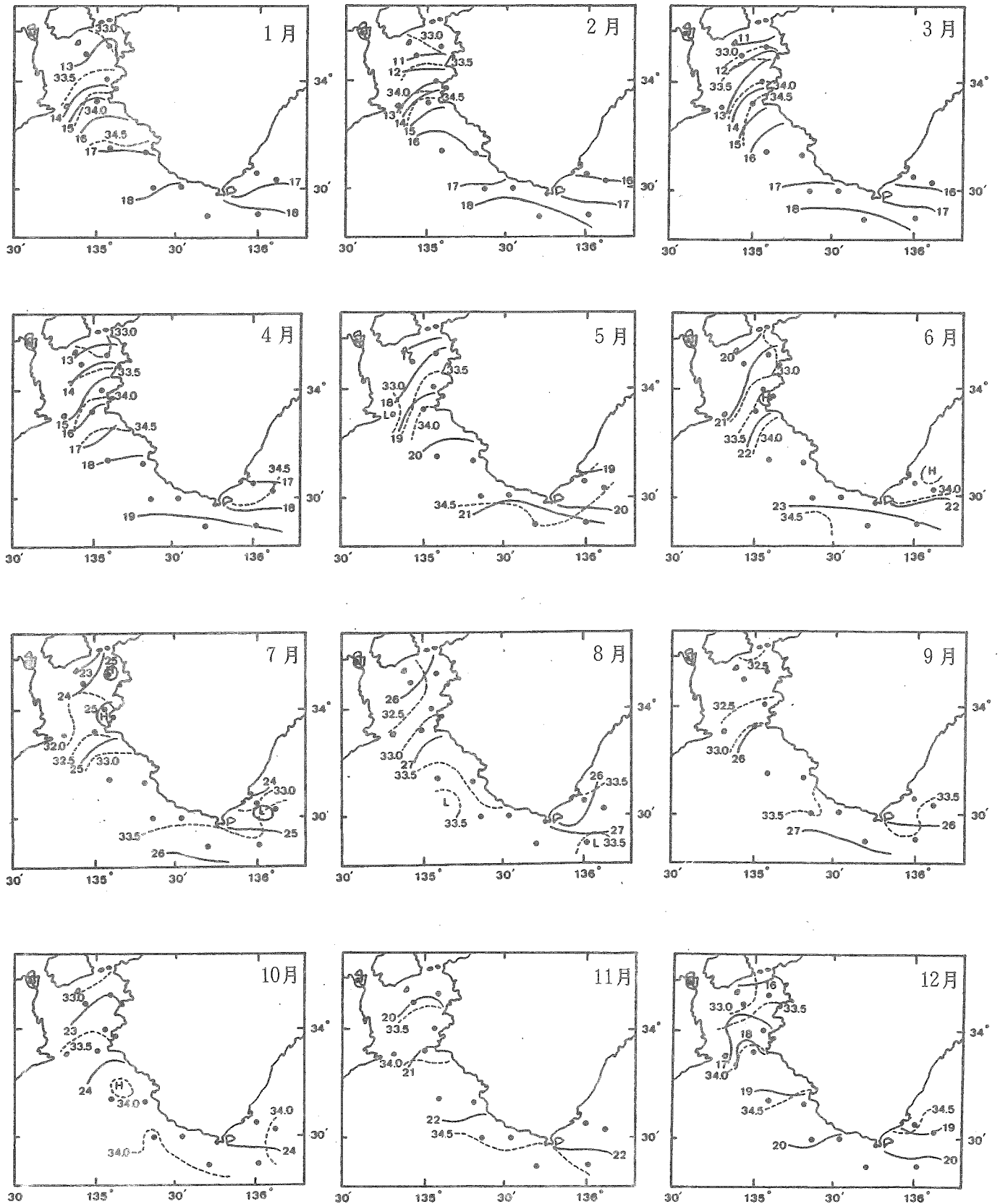


図3 月別の平均表面水温・塩分の水平分布
(実線は水温、破線は塩分を示す)

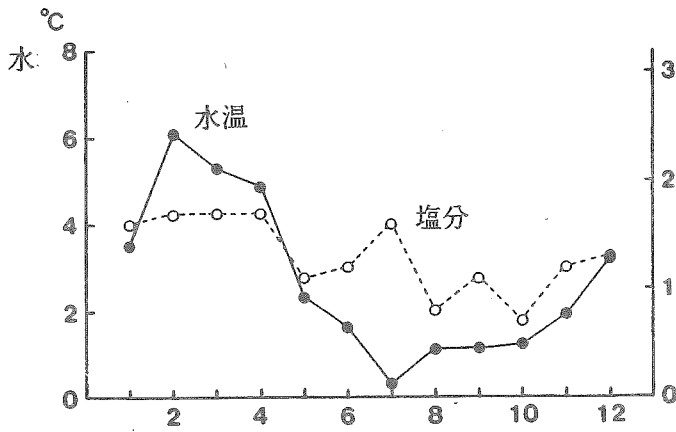


図4 St.15とSt.4との水温および塩分の差

温差のそれとよく対応しているが、その中で7月に塩分差が大きいのは主として梅雨期の河川水の影響により、紀伊水道北部域が低塩分となったためであろう。このように内海系水と外海系水との水温および塩分の差が大きい、すなわち、水温および塩分の不連続帯が顕著なのは冬～春季であり、夏～秋季にはこれらの不連続帯はあまりみられないものと推定される。

市栄⁴⁾は、紀伊水道の冬～春季における外洋水と沿岸水とは最も差が顕著であると述べている。また、吉岡⁵⁾は、伊島から日ノ御崎付近にかけて低水温・低塩分な内海系水と高水温・高塩分な外海系水との両水塊による不連続帯（フロントと呼んでいる）は毎年存在し、11月の末から12月の初め頃に発生し、1、2月に最も発達し、4月から5月の初め頃には消滅すると推測している。そして、このフロントは紀伊水道入口付近で特に顕著であるが、紀伊水道中・北部域でもみられることがあるとも述べている。

さらに、竹内⁷⁾は、異常冷水現象がみられた1984年の1～3月の期間、紀伊水道入口付近には水温差約4～5℃の強いフロントが形成され、特に2月のフロントが顕著であると述べている。

これらのことは、次項で述べる定点相互間の類似度指数並びに前項における魚卵・稚仔魚の出現傾向より推定された不連続な境界と非常によく一致している。

図3では表面水温・塩分とも平均値を用いているため、みかけ上なだらかな勾配となっていることも十分考えられるので、外海系水の紀伊水道域への流入が強勢の時（1973年1月*）と弱勢の時（1972年4月**）の表面水温・塩分の水平分布を図5に示し、強勢時、弱勢時それぞれの鉛直分布を図6に示した。

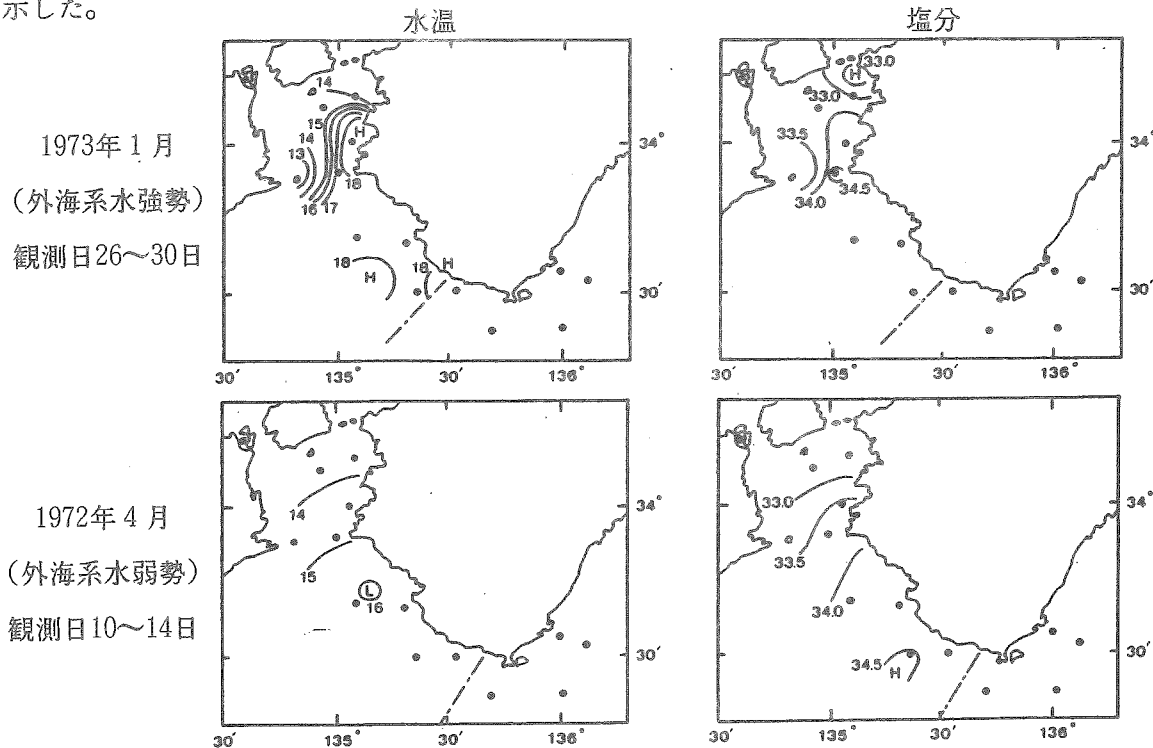


図5 1973年1月および1972年4月の表面水温・塩分の水平分布

* 1973年1月は外海系水の紀伊水道域への流入が強勢で、外海系水と内海系水との接触域の内海系水側にスズキの卵、アイナメの稚仔魚の濃密分布がみられた^{8, 9)}。

** 1972年4月は外海系水の紀伊水道域への流入が弱勢で、外海系水の紀伊水道域への流入の強弱と相関関係にある春シラス漁が全く不漁に推移した^{10, 11)}。

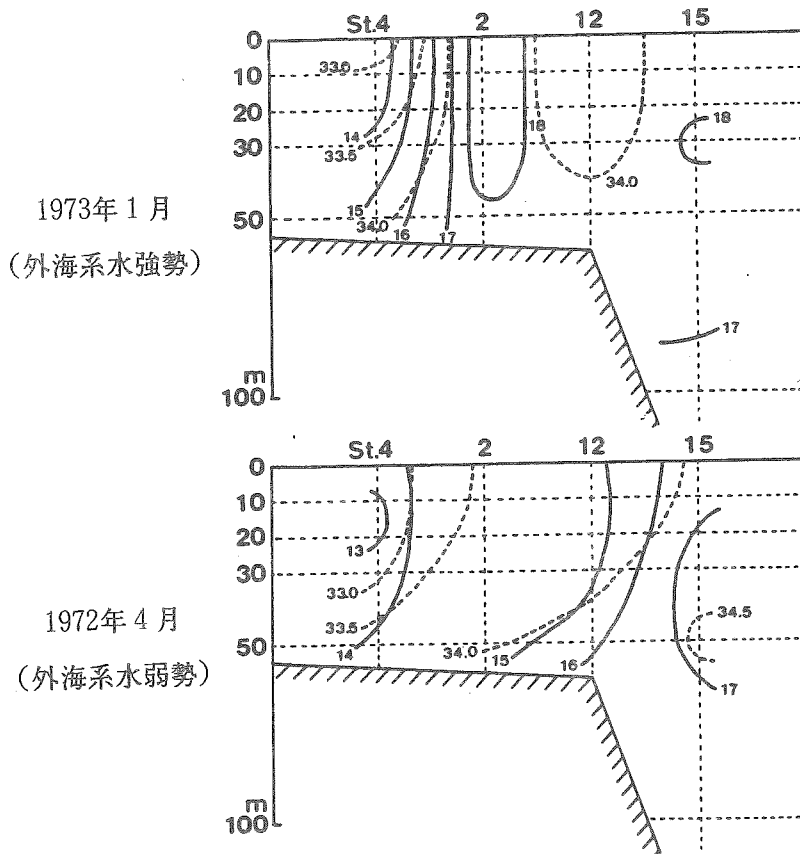


図6 1973年1月および1972年4月の水温・塩分の鉛直分布
(実線は水温、破線は塩分を示す)

強勢時の1973年1月は、外海系水は和歌山県寄りを紀伊水道域へ強く流入、北上し、有田川河口から紀伊水道入口付近にかけて水温差4～5℃の強い不連続帯が形成されている。そして、この不連続帯は底層にまで達している。また、塩分についても水温と全く同じことがいえる。

逆に、弱勢時の1972年4月は、紀伊水道内部への外海系水の流入はほとんどみられず、また、不連続帯もみられない。外海系水は和歌山県寄りの底層より紀伊水道域へわずかに差し込んでいく程度である。

(2) 類似度指数からみた魚卵・稚仔魚の群集特性

動物群集の類似性をみる1つの指標として群集類似度指数がよく用いられている。A網で採集された魚卵・稚仔魚をその定点の群集とみなし、採集結果より各定点間の群集類似度指数*を求めた。類似性の高い定点は海洋学的性状において互いに似た性格をもっているものと考えられる。

類似度計算に用いた魚卵・稚仔魚は、魚卵がウルメイワシ、マイワシ、カタクチイワシ、ホウライエソ、トカゲエソ、サバ属、タチウオ、シイラ、スズキ、ミシマオコゼの10種類、稚仔魚がマイワシ、カタクチイワシ、ネズミギス、サンマ、サギフェ、ボラ、サバ属、シイラ、マアジ、ブリ、カンパチ、タカベ、ヒメジ、キス、メジナ、テンジクイサギ、シマイサキ、タカノハダイ、イソギンボ、ニジギンボ、オヤビッチャ、カワハギ、アミメハギ、ウマズラハギ、サバフグ、アイナメの26種類である。

1) 魚卵・稚仔魚組成の定点間類似度 (年採集物)

各年ごとに類似度指数計算表を作成して、定点相互間の類似度指数が0.9以上(きわめて類似性が高い)の関係が出現する確率を魚卵・稚仔魚別にして表11に示し、その水平分布を図7に示した。

a 魚卵

紀伊水道グループ(St.2・4・8・12)と外海グループ(St.16とSt.31、St.20とSt.22、St.22とSt.31)とが認められる。紀伊水道グループの確率は25%以上であり、特にSt.2とSt.8は50%と非常に高い確率を示している。また、外海グループの確率はそれぞれ33%である。

* ここでは木元の方法¹²⁾によるCII値をもって類似性を検討した。

表11 定点相互間の類似度指数が0.9以上の関係が出現する確率（年別）

魚 卵

St.	St	2	4	8	12	15	16	20	22	26	30	31	36
2			$\frac{3}{12}$ 0.25	$\frac{6}{12}$ 0.5	$\frac{5}{12}$ 0.42	$\frac{2}{12}$ 0.17	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{0}{12}$ 0
4				$\frac{4}{12}$ 0.33	$\frac{3}{12}$ 0.25	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{2}{12}$ 0.17	$\frac{2}{12}$ 0.17	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{3}{12}$ 0.25	$\frac{1}{12}$ 0.08
8					$\frac{3}{12}$ 0.25	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{2}{12}$ 0.17	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{2}{12}$ 0.17	$\frac{2}{12}$ 0.17	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{2}{12}$ 0.17	$\frac{0}{12}$ 0
12						$\frac{3}{12}$ 0.25	$\frac{2}{12}$ 0.17	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{2}{12}$ 0.17	$\frac{2}{12}$ 0.08	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{2}{12}$ 0.17	$\frac{1}{12}$ 0.08
15							$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{2}{12}$ 0.17	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{2}{12}$ 0.08	$\frac{2}{12}$ 0.17
16								$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{3}{12}$ 0.25	$\frac{2}{12}$ 0.17	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{4}{12}$ 0.33	$\frac{2}{12}$ 0.17
20									$\frac{4}{12}$ 0.33	$\frac{2}{12}$ 0.17	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{2}{12}$ 0.17	$\frac{2}{12}$ 0.17
22										$\frac{2}{12}$ 0.17	$\frac{2}{12}$ 0.17	$\frac{4}{12}$ 0.33	$\frac{3}{12}$ 0.25
26											$\frac{2}{12}$ 0.17	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{1}{12}$ 0.08
30												$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{3}{12}$ 0.25
31													$\frac{3}{12}$ 0.25
36													

稚仔魚

St.	St	2	4	8	12	15	16	20	22	26	30	31	36
2			$\frac{2}{12}$ 0.17	$\frac{2}{12}$ 0.17	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{0}{12}$ 0
4				$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{0}{12}$ 0
8					$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{0}{12}$ 0
12						$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{0}{12}$ 0
15							$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{0}{12}$ 0
16								$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{0}{12}$ 0
20									$\frac{4}{12}$ 0.33	$\frac{3}{12}$ 0.25	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{0}{12}$ 0
22										$\frac{5}{12}$ 0.42	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{0}{12}$ 0
26											$\frac{3}{12}$ 0.25	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{1}{12}$ 0.08
30												$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{1}{12}$ 0.08
31													$\frac{1}{12}$ 0.08
36													

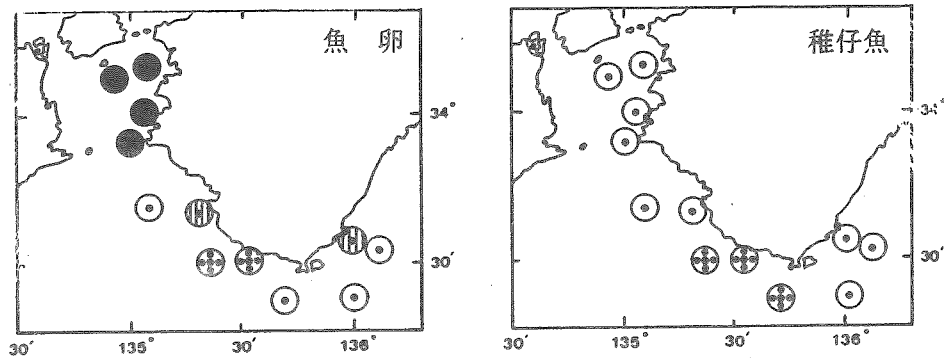


図7 類似度指数の水平分布

(模様と同じ定点は類似した魚卵・稚仔魚組成を有すると推察される。)

b 稚仔魚

魚卵と比べると全体に確率が低く、外海グループ(St.20・22・26)のみが認められ、その確率は25～42%である。

総体的には、魚卵・稚仔魚とも内海系水域に出現する紀伊水道グループと外海系水域に出現する外海グループとが存在するものと推定される。

2) 魚卵・稚仔魚組成の定点間類似度(季節別採集物)

1年のうち3～5月を春季、6～8月を夏季、9～11月を秋季、12～2月を冬季として各季節ごとに類似度指数計算表を作成して、定点相互間の類似度指数が0.9以上(きわめて類似性が高い)の関係が出現する確率を魚卵・稚仔魚別にして表12に示し、その水平分布を図8に示した。

a 魚卵

春季と夏季は紀伊水道グループ(St.2・4・8・12)が顕著に認められる。その確率は春季が31～54%、夏季が38～77%であり、春季のSt.4とSt.8、夏季のSt.2とSt.8では特に高い確率を示している。

これらは春～夏季に出現盛期をもち、紀伊水道域で広く分布するカタクテイワシ、トカゲエソの卵、紀伊水道入口付近に分布の重心がみられるタチウオの卵などの出現によるものであろう。

また、夏季には外海グループがみられ、その確率は23～46%である。これらは外海域に分布の重心がみられるカタクテイワシ、シイラ、ミシマオコゼの卵などの出現によるものであろう。

秋季はその確率が最も低く、わずかに外海域のSt.22とSt.30が38%とやや高い確率を示している。また、冬季は紀伊水道グループ(St.4とSt.8、St.2とSt.12)でそれぞれ46%、38%の確率を示し、これらは紀伊水道域に分布の重心がみられるスズキの卵および紀伊水道入口付近で特に多く出現するウルメイワシ、マイワシの卵などの出現によるものであろう。

b 稚仔魚

春季、夏季および秋季はその確率が非常に低く、その中でも春季と夏季はきわめて低い。これらは出現種類数の増加が影響しているものと推察される。

冬季は紀伊水道グループ(St.2・4・8・12)が顕著に認められる。その確率は38～77%であり、St.2とSt.4、St.2とSt.8、St.4とSt.8では特に高い確率を示している。これらは主としてアイナメの稚仔魚の出現によるものであろう。

以上のように魚卵では紀伊水道グループが冬季から夏季にかけてみられ、特に春・夏季に顕著に認められる。また、外海グループは夏季にみられるが、紀伊水道グループほど顕著ではない。稚仔魚では冬季における紀伊水道グループのみが顕著に認められる。

季節によって魚卵・稚仔魚とも内海系水域に出現する紀伊水道グループが顕著に認められ、その境界は紀伊水道入口付近に存在するものと想定される。

表12 定点相互間の類似度指数が0.9以上の関係が出現する確率 (季節別)

魚卵 (春季)

St. St	2	4	8	12	15	16	20	22	26	30	31	36
2		$\frac{5}{13}$ 0.38	$\frac{6}{13}$ 0.46	$\frac{4}{13}$ 0.31	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{3}{13}$ 0.23	$\frac{2}{13}$ 0.15	$\frac{2}{12}$ 0.17	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{2}{13}$ 0.15
4			$\frac{7}{13}$ 0.54	$\frac{5}{13}$ 0.38	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{2}{13}$ 0.15	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{2}{13}$ 0.15	$\frac{0}{13}$ 0
8				$\frac{6}{13}$ 0.46	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{2}{12}$ 0.17	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{3}{13}$ 0.23	$\frac{0}{13}$ 0
12					$\frac{2}{13}$ 0.15	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{3}{13}$ 0.23	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{3}{13}$ 0.23	$\frac{0}{13}$ 0
15						$\frac{3}{13}$ 0.23	$\frac{3}{13}$ 0.23	$\frac{2}{12}$ 0.17	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{3}{13}$ 0.23
16							$\frac{3}{13}$ 0.23	$\frac{2}{12}$ 0.17	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{2}{13}$ 0.15	$\frac{4}{13}$ 0.31
20								$\frac{2}{12}$ 0.17	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{3}{13}$ 0.23	$\frac{2}{13}$ 0.15	$\frac{2}{13}$ 0.15
22									$\frac{2}{12}$ 0.17	$\frac{2}{12}$ 0.17	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{4}{12}$ 0.33
26										$\frac{3}{12}$ 0.25	$\frac{2}{12}$ 0.17	$\frac{2}{12}$ 0.17
30											$\frac{2}{13}$ 0.15	$\frac{4}{13}$ 0.31
31												$\frac{0}{13}$ 0
36												

魚卵 (夏季)

St. St	2	4	8	12	15	16	20	22	26	30	31	36
2		$\frac{6}{13}$ 0.46	$\frac{10}{13}$ 0.07	$\frac{5}{13}$ 0.38	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{4}{13}$ 0.31	$\frac{2}{13}$ 0.15	$\frac{2}{13}$ 0.15	$\frac{3}{13}$ 0.23	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{3}{13}$ 0.23	$\frac{2}{13}$ 0.15
4			$\frac{5}{13}$ 0.38	$\frac{5}{13}$ 0.38	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{4}{13}$ 0.31	$\frac{3}{13}$ 0.23	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{3}{13}$ 0.23	$\frac{1}{13}$ 0.08
8				$\frac{5}{13}$ 0.38	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{2}{13}$ 0.15	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{2}{13}$ 0.15	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{2}{13}$ 0.15
12					$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{2}{13}$ 0.15	$\frac{1}{13}$ 0.08
15						$\frac{3}{13}$ 0.23	$\frac{2}{13}$ 0.15	$\frac{3}{13}$ 0.23	$\frac{3}{13}$ 0.23	$\frac{2}{13}$ 0.15	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{0}{13}$ 0
16							$\frac{5}{13}$ 0.38	$\frac{5}{13}$ 0.38	$\frac{6}{13}$ 0.46	$\frac{2}{13}$ 0.15	$\frac{5}{13}$ 0.38	$\frac{3}{13}$ 0.23
20								$\frac{3}{13}$ 0.23	$\frac{4}{13}$ 0.31	$\frac{3}{13}$ 0.23	$\frac{3}{13}$ 0.23	$\frac{0}{13}$ 0
22									$\frac{5}{13}$ 0.38	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{2}{13}$ 0.15	$\frac{0}{13}$ 0
26										$\frac{3}{13}$ 0.23	$\frac{2}{13}$ 0.15	$\frac{1}{13}$ 0.08
30											$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{2}{13}$ 0.15
31												$\frac{4}{13}$ 0.31
36												

表12 (つづき)

魚 卵 (秋季)

St.	2	4	8	12	15	16	20	22	26	30	31	36
2		$\frac{2}{13}$ 0.15	$\frac{2}{13}$ 0.15	$\frac{4}{13}$ 0.31	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{2}{13}$ 0.15	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{2}{13}$ 0.15	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{3}{13}$ 0.23	$\frac{2}{13}$ 0.15	$\frac{2}{13}$ 0.15
4			$\frac{2}{13}$ 0.15	$\frac{3}{13}$ 0.23	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{2}{13}$ 0.15	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{2}{13}$ 0.15
8				$\frac{3}{13}$ 0.23	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{2}{13}$ 0.15	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{1}{13}$ 0.08
12					$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{2}{13}$ 0.15	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{2}{13}$ 0.15	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{1}{13}$ 0.15	$\frac{4}{13}$ 0.31	$\frac{3}{13}$ 0.23
15						$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{3}{13}$ 0.23	$\frac{3}{13}$ 0.23	$\frac{4}{13}$ 0.31	$\frac{2}{13}$ 0.15	$\frac{0}{13}$ 0
16							$\frac{2}{13}$ 0.15	$\frac{2}{13}$ 0.15	$\frac{2}{13}$ 0.15	$\frac{3}{13}$ 0.23	$\frac{4}{13}$ 0.31	$\frac{2}{13}$ 0.15
20								$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{2}{13}$ 0.15	$\frac{1}{13}$ 0.08
22									$\frac{3}{13}$ 0.23	$\frac{5}{13}$ 0.38	$\frac{2}{13}$ 0.15	$\frac{2}{13}$ 0.15
26										$\frac{3}{13}$ 0.23	$\frac{2}{13}$ 0.15	$\frac{1}{13}$ 0.08
30											$\frac{2}{13}$ 0.15	$\frac{3}{13}$ 0.23
31												$\frac{4}{13}$ 0.31
36												

魚 卵 (冬季)

St.	2	4	8	12	15	16	20	22	26	30	31	36
2		$\frac{2}{13}$ 0.15	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{5}{13}$ 0.38	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{0}{13}$ 0
4			$\frac{6}{13}$ 0.46	$\frac{2}{13}$ 0.15	$\frac{2}{12}$ 0.17	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{2}{12}$ 0.17	$\frac{2}{12}$ 0.17	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{2}{13}$ 0.15
8				$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{2}{13}$ 0.15	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{2}{13}$ 0.15
12					$\frac{2}{12}$ 0.17	$\frac{2}{12}$ 0.17	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{2}{12}$ 0.17	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{0}{13}$ 0
15						$\frac{2}{12}$ 0.17	$\frac{2}{12}$ 0.17	$\frac{4}{12}$ 0.33	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{1}{12}$ 0.08
16							$\frac{4}{12}$ 0.33	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{0}{12}$ 0
20								$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{0}{12}$ 0
22									$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{1}{12}$ 0.08
26										$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{3}{12}$ 0.25
30											$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{2}{13}$ 0.15
31												$\frac{2}{13}$ 0.15
36												

表12 (つづき)

稚仔魚 (春季)

St.	2	4	8	12	15	16	20	22	26	30	31	36
2		$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{0}{13}$ 0
4			$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{2}{13}$ 0.15	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{2}{13}$ 0.15	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{2}{13}$ 0.15
8				$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{0}{13}$ 0
12					$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{3}{13}$ 0.23
15						$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{2}{13}$ 0.15
16							$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{0}{13}$ 0
20								$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{2}{13}$ 0.15
22									$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{2}{12}$ 0.17	$\frac{1}{12}$ 0.08
26										$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{13}{12}$ 0.08
30											$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{2}{13}$ 0.15
31												$\frac{1}{13}$ 0.08
36												

稚仔魚 (夏季)

St.	2	4	8	12	15	16	20	22	26	30	31	36
2		$\frac{2}{13}$ 0.15	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{0}{13}$ 0
4			$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{0}{13}$ 0
8				$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{0}{13}$ 0
12					$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{2}{13}$ 0.15	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{0}{13}$ 0
15						$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{2}{13}$ 0.15	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{2}{13}$ 0.15	$\frac{2}{13}$ 0.15	$\frac{1}{13}$ 0.08
16							$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{2}{13}$ 0.15	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{2}{13}$ 0.15	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{0}{13}$ 0
20								$\frac{3}{13}$ 0.23	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{0}{13}$ 0
22									$\frac{3}{13}$ 0.23	$\frac{2}{13}$ 0.15	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{0}{13}$ 0
26										$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{1}{13}$ 0.08
30											$\frac{2}{13}$ 0.15	$\frac{3}{13}$ 0.23
31												$\frac{2}{13}$ 0.15
36												

表12 (つづき)

稚仔魚 (秋季)

St.	2	4	8	12	15	16	20	22	26	30	31	36
2		$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{0}{13}$ 0
4			$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{0}{13}$ 0
8				$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{0}{13}$ 0
12					$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{3}{13}$ 0.23	$\frac{2}{13}$ 0.15	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{0}{13}$ 0
15						$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{3}{13}$ 0.23	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{3}{13}$ 0.23	$\frac{1}{13}$ 0.08
16							$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{4}{13}$ 0.31	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{2}{13}$ 0.15	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{2}{13}$ 0.15
20								$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{2}{13}$ 0.15	$\frac{3}{13}$ 0.23	$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{0}{13}$ 0
22									$\frac{4}{13}$ 0.31	$\frac{2}{13}$ 0.15	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{3}{13}$ 0.23
26										$\frac{2}{13}$ 0.15	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{2}{13}$ 0.15
30											$\frac{1}{13}$ 0.08	$\frac{2}{13}$ 0.15
31												$\frac{1}{13}$ 0.08
36												

稚仔魚 (冬季)

St.	2	4	8	12	15	16	20	22	26	30	31	36
2		$\frac{9}{13}$ 0.69	$\frac{8}{13}$ 0.62	$\frac{6}{13}$ 0.46	$\frac{3}{12}$ 0.25	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{0}{13}$ 0
4			$\frac{10}{13}$ 0.77	$\frac{5}{13}$ 0.38	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{0}{13}$ 0
8				$\frac{5}{13}$ 0.38	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{0}{13}$ 0
12					$\frac{2}{12}$ 0.17	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{0}{13}$ 0
15						$\frac{2}{12}$ 0.17	$\frac{2}{12}$ 0.17	$\frac{2}{12}$ 0.17	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{2}{12}$ 0.17
16							$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{0}{12}$ 0
20								$\frac{2}{12}$ 0.17	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{0}{12}$ 0
22									$\frac{2}{12}$ 0.17	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{1}{12}$ 0.08	$\frac{2}{12}$ 0.17
26										$\frac{0}{12}$ 0	$\frac{2}{12}$ 0.17	$\frac{0}{12}$ 0
30											$\frac{0}{13}$ 0	$\frac{3}{13}$ 0.23
31												$\frac{1}{13}$ 0.08
36												

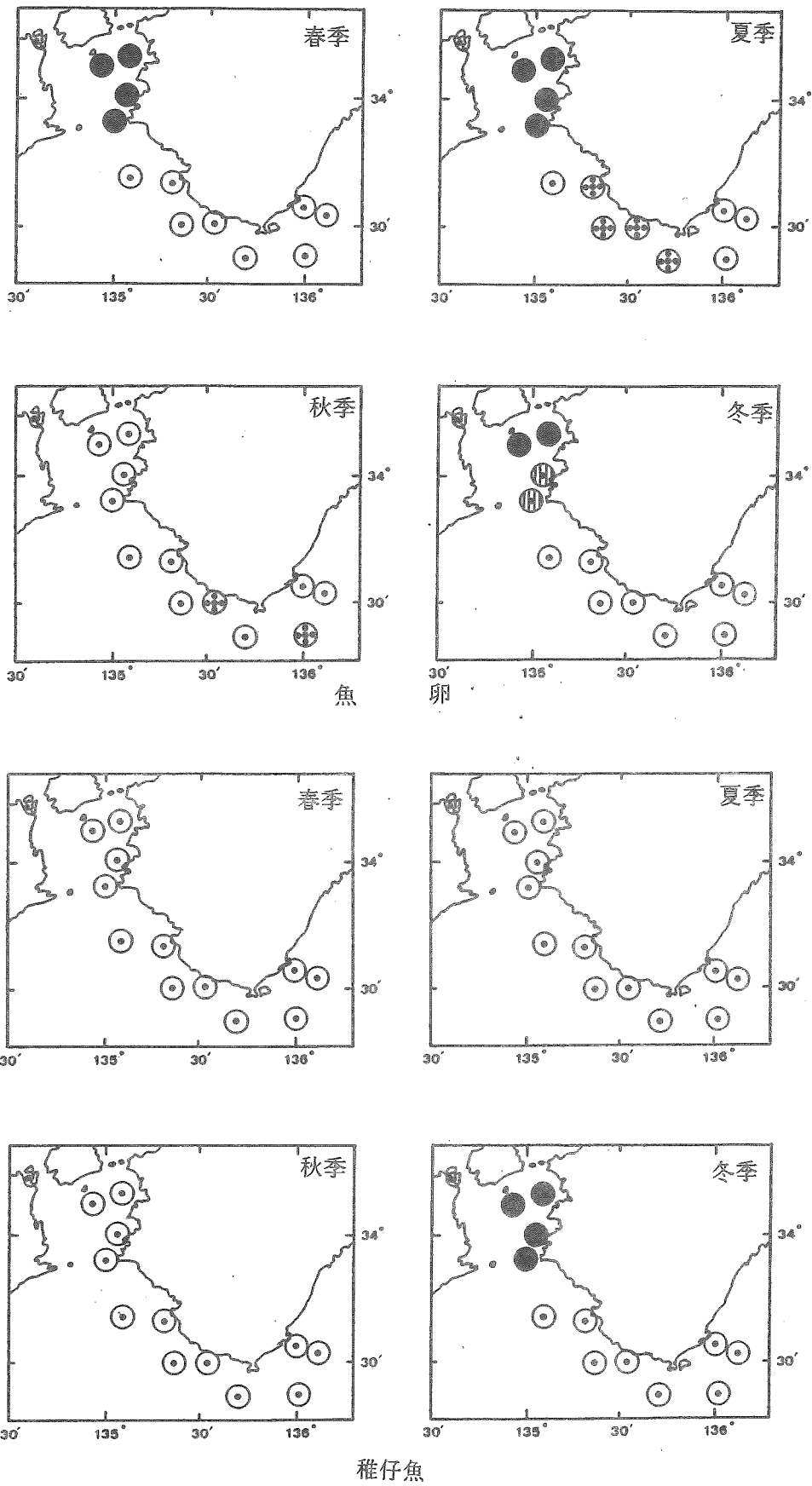


図8 類似度指数の水平分布 (季節別)

(3) 魚卵・稚仔魚の群集特性と季節的海況変化との関係

前項での定点相互間の類似度指数の検討結果、冬・春季に紀伊水道入口付近に、この指数に不安定な海域が存在し、しかも紀伊水道グループ（紀伊水道固有の魚卵・稚仔魚群集）が顕著にみられることが明らかになった。また、紀伊水道およびその外域における水温・塩分の季節変動において、当該季節（冬～春季）に内海系水と外海系水との両水塊による不連続帯水域が紀伊水道入口付近で顕著に出現することを考究した。これらの2事象間に密接な対応関係があることから、さらに魚卵・稚仔魚の定点間類似度指数と内海系水および外海系水相互の消長との対応関係について、その季節的推移を明らかにする。

内海系水と外海系水との両水塊による不連続帯が顕著にみられる冬～春季に出現盛期をもち、紀伊水道域に分布の重心がみられ、外海域へ拡散している分布型の魚卵・稚仔魚は外海域へはあまり拡散せず、紀伊水道域内へ閉じ込められた形となる。また、逆に外海域に分布の重心がみられ、紀伊水道域へ拡散している分布型の魚卵・稚仔魚は外海系水の紀伊水道域への流入が強勢の時は紀伊水道入口付近に濃密に分布出現することが考えられる。

そこで、魚卵・稚仔魚組成の定点間類似度指数によって、内海系水並びに外海系水の勢力の消長をみるため、内海系水域、外海系水域の代表定点としてそれぞれSt. 4、St. 26を選び、他の定点間の平均類似度指数（年別）を求めて図9に示した。

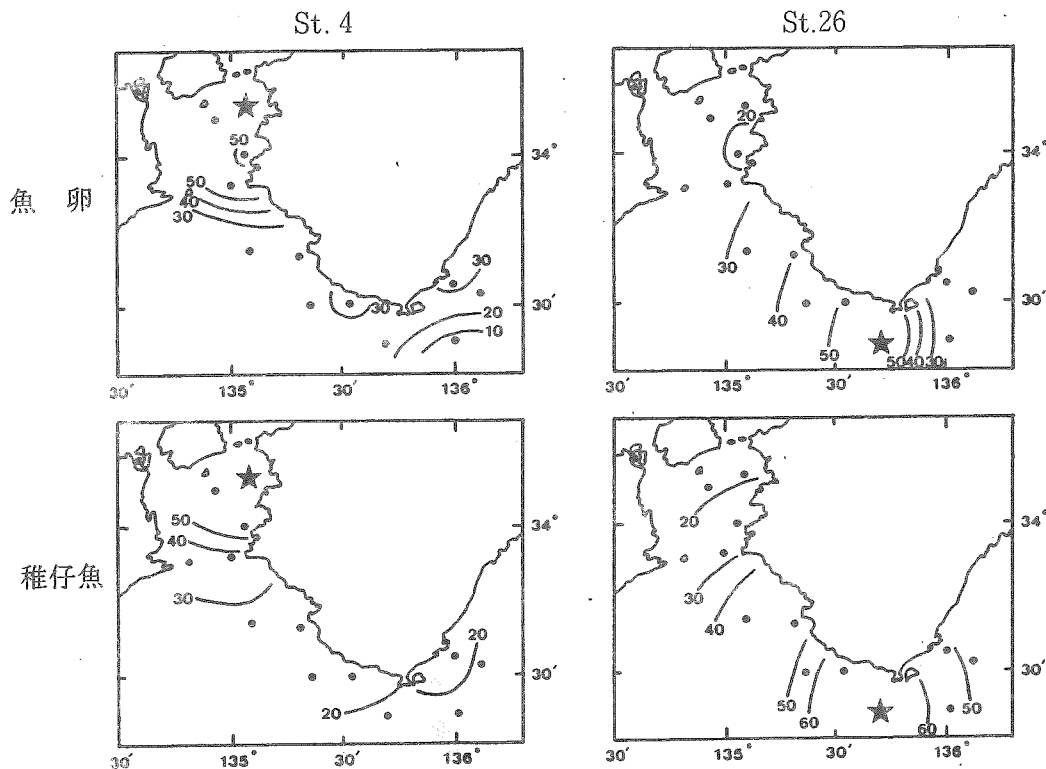


図9 St. 4 およびSt.26と他の定点間の平均類似度指数（年別）×100

まず、内海系水域のSt. 4を基準としてみると、魚卵では紀伊水道域内はすべて0.5以上と類似性が高いが、外海域では枯木灘、熊野灘の沿岸部のごく一部を除いて類似度指数は0.3以下と低い。稚仔魚では紀伊水道域内はほぼ0.5以上であるが、St. 4から遠ざかるほど類似性は低くなり、潮岬から熊野灘の沖合域では類似性指数は0.2以下と非常に低い。また、魚卵・稚仔魚共に紀伊水道入口付近に不連続帯がみられ、特に魚卵ではそれが顕著である。

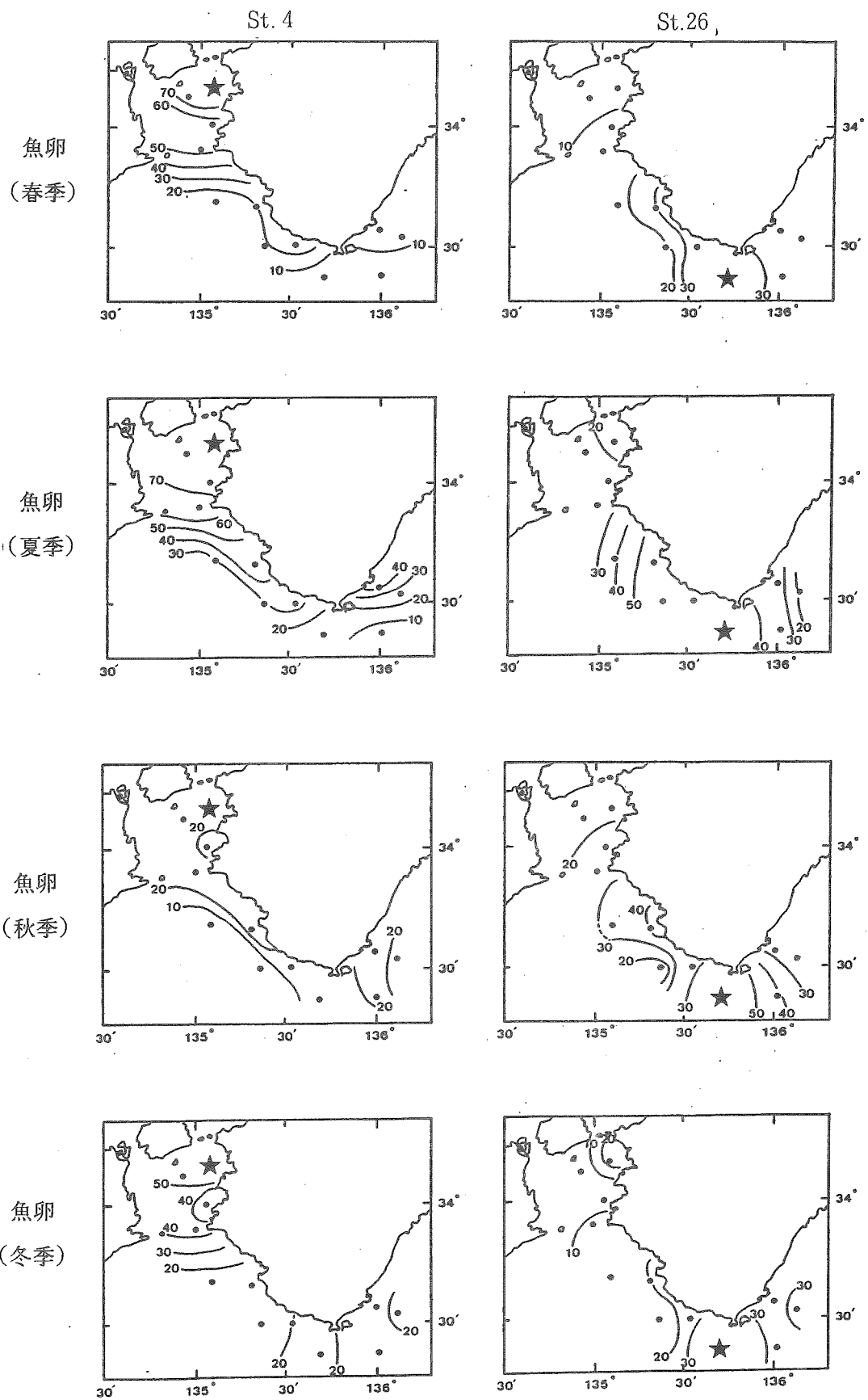


図10 St. 4 およびSt.26と他の定点間の平均類似度指数 (季節別)×100

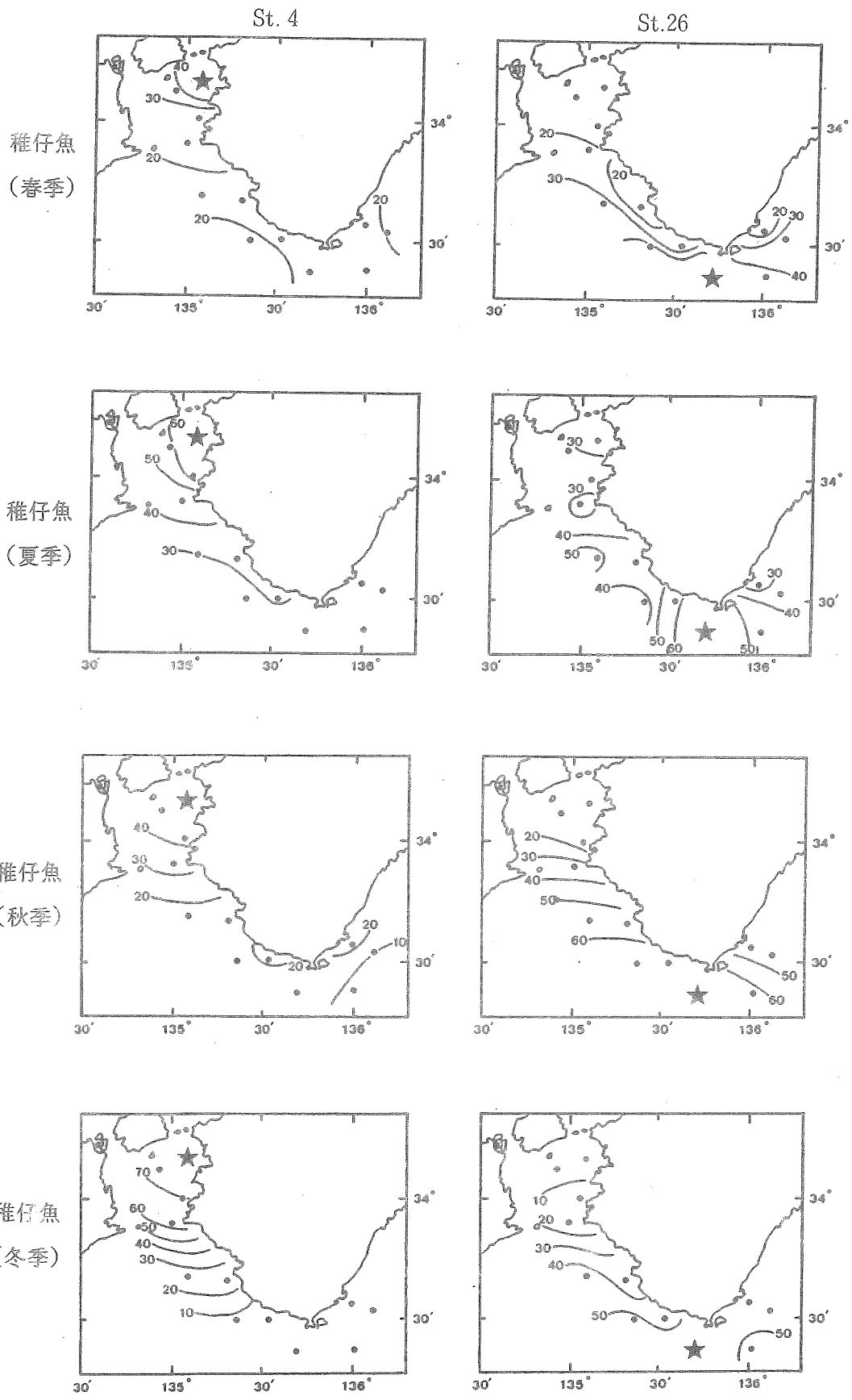
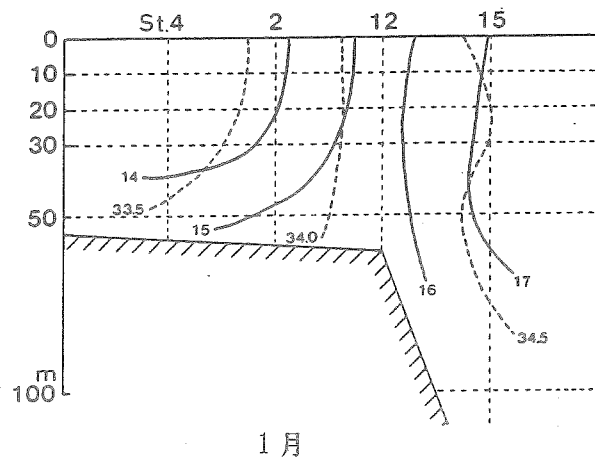
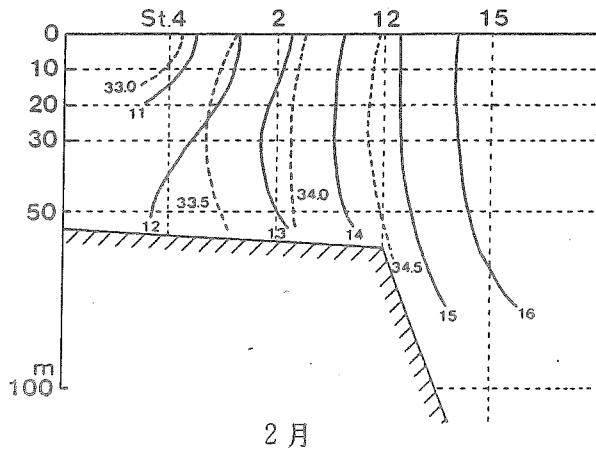


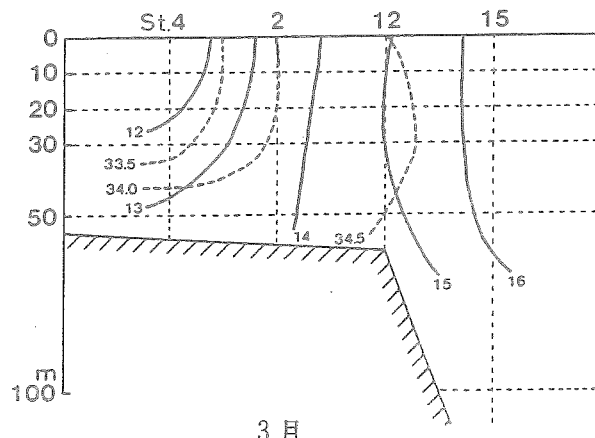
図10 つづき



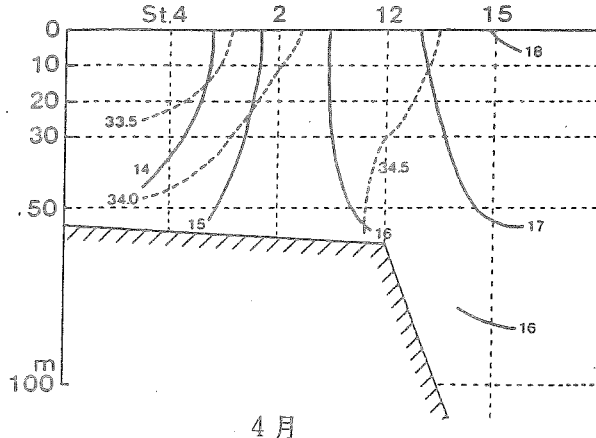
1月



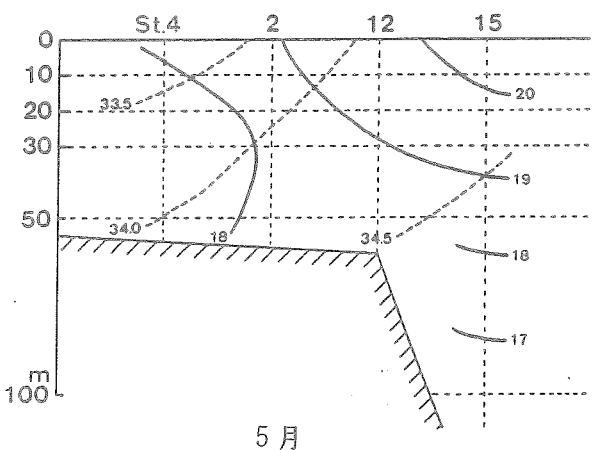
2月



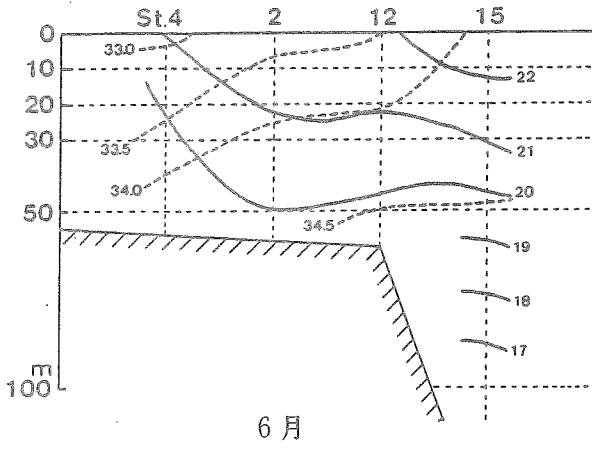
3月



4月



5月



6月

図11 紀伊水道域およびその外域における南北断面の鉛直分布（1月～6月）

（実線は水温、破線は塩分）

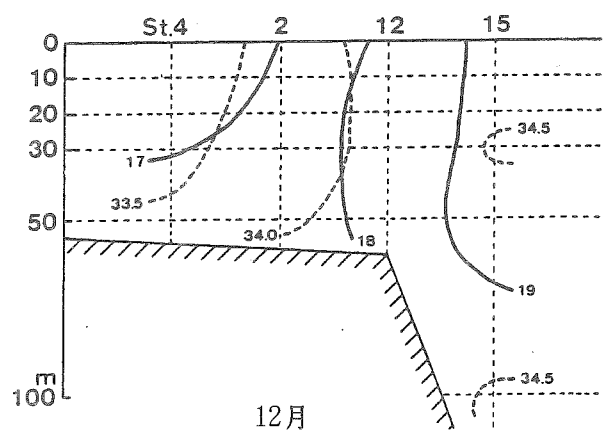
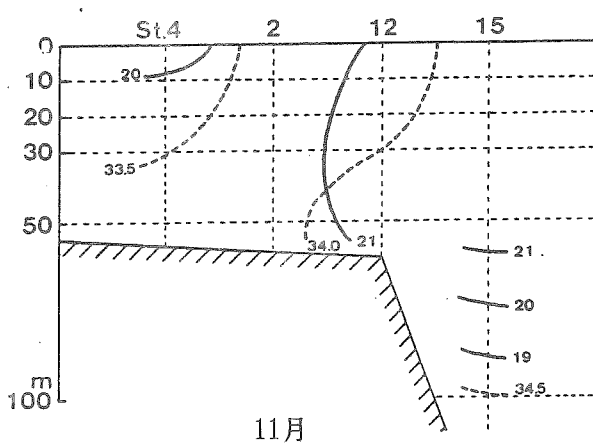
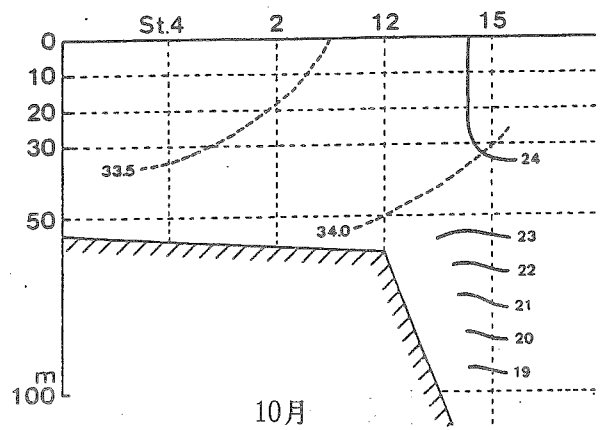
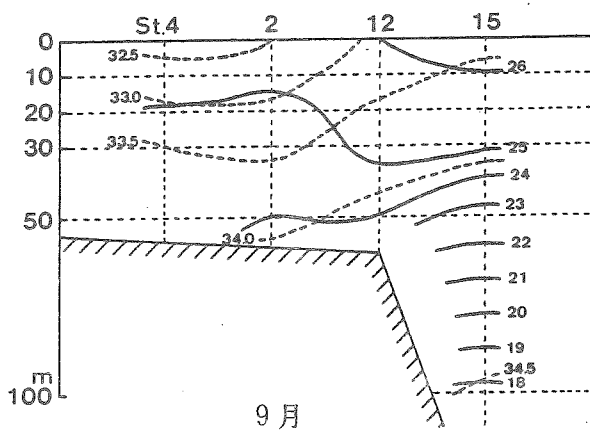
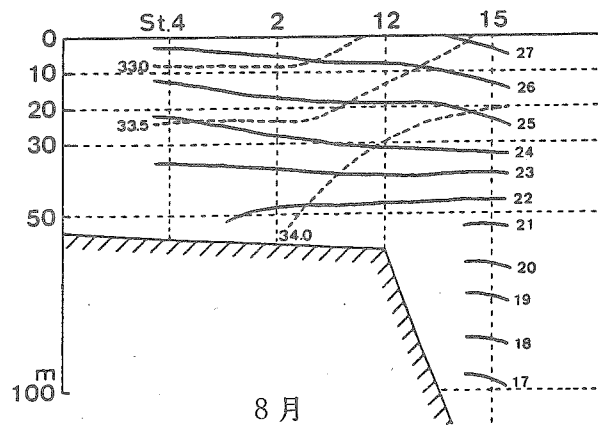
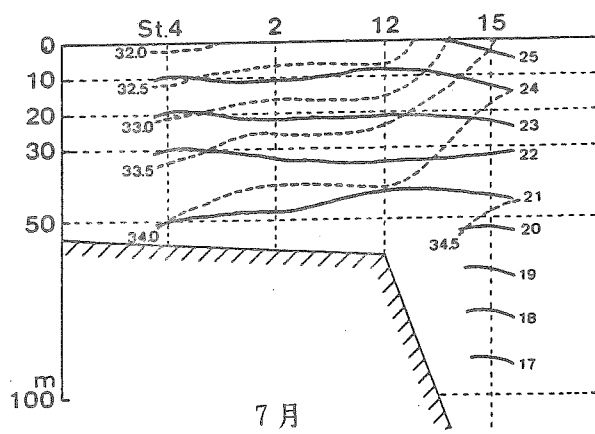


図11 つづき (7月~12月)
(実線は水温、破線は塩分)

次に、外海系水域のSt.26を基準としてみると、魚卵・稚仔魚共にほぼ似た傾向を示している。類似性はSt.26から遠ざかるほど低くなり、紀伊水道域内では魚卵・稚仔魚共に類似度指数は0.3以下と低い。なお、熊野灘域の類似性は、稚仔魚ではやや高いが魚卵では低く、St.26との間には不連続面がみられる。

季節ごとの内海系水並びに外海系水の勢力の消長をみるため、St. 4 およびSt.26と他の定点間の平均類似度指数（季節別）を求めて図10に示した。

まず、内海系水域のSt. 4 を基準としてみると、魚卵では春・夏季には紀伊水道域内で類似性が非常に高く、秋季には最も低く、そして冬季には再び高くなっている。紀伊水道域内での類似性が高い冬季、春季および夏季には入口付近での不連続帯が顕著にみられる。また、稚仔魚では紀伊水道域内の類似性は冬季に最も高く、次いで夏季、秋季、春季の順である。なお、冬季には紀伊水道入口付近に顕著な不連続帯が存在している。

内海系水域のSt. 4 と紀伊水道外域（St.15、16、20、22）との類似性は魚卵・稚仔魚共に夏季が最も高く、春季、秋季および冬季は低い。このことは内海系水の紀伊水道外域への張り出しが夏季に最も強いことを示唆しているものと推察される。

次に、外海系水域のSt.26を基準としてみると、類似性は魚卵・稚仔魚共にSt.26から遠ざかるにしたがって徐々に低くなり、このことは特に稚仔魚で顕著にみられる。また、紀伊水道域内における類似性は、魚卵では冬・春季より夏・秋季の方が高く、稚仔魚では冬季が最も低く、次いで春季、秋季で、夏季が最も高い。

以上のように魚卵・稚仔魚組成の定点間類似度指数から内海系水および外海系水の勢力の消長を考察すると、内海系水の紀伊水道外域への張り出しは夏季に最も強く、冬季、春季および秋季には弱い。また、外海系水の紀伊水道域内への流入は夏季に最も強く、次いで秋季で、冬～春季には最も弱いものと推察される。

図11に紀伊水道域およびその外域における南北断面の鉛直分布の季節変化を示した。

冬～春季の12～4月は、内海系水並びに外海系水の両水塊による不連続帯が顕著にみられ、その不連続帯は鉛直混合によって底層にまで達している。秋季から冬季にかけては外洋水の進入は弱いと市栄⁴⁾も述べているように、この不連続帯を横切って両水塊が互いに入出することはほとんどないものと推定される。また、夏～秋季（主として夏季）の6～9月は成層の発達がみられ、低塩分の内海系水は紀伊水道外域へ張り出し、それを補うように高水温の外海系水は紀伊水道域内へ流入して両水塊の水平混合が盛んにおこなわれているものと推定される。

これらのことは前述の魚卵・稚仔魚組成の定点間類似度指数から考察された内海系水および外海系水の勢力の消長と全くよく対応している。

以上の結果、図12に示すように、定点ごとに求められた魚卵・稚仔魚の群集類似度指数の季節変動が、海況特に海洋学的性質を異にする水塊間の季節的消長関係を巨視的に指標しうる可能性について検証した。

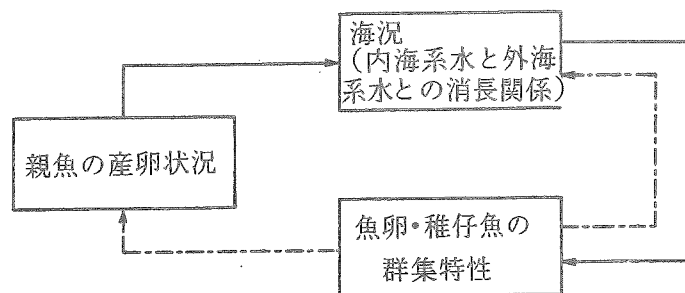


図12 魚卵・稚仔魚の群集特性と海況変動との対応関係

————→ 自然過程
 - - - - -> 推定過程

要 約

1967年4月から1980年3月までに和歌山県沿岸海域で①A網によって採集された試料を用いて、紀伊水道および紀南沿岸海域における魚卵・稚仔魚の出現状況および分布状況とその補給源について取りまとめ、さらに魚卵・稚仔魚の群集生態的特性値をつかって、海況変動との関係を明らかにし、当該海域の海域特性について解明を試みた。

1 魚卵・稚仔魚の出現状況

(1) 採集された魚卵・稚仔魚の全採集個体数は、それぞれ368,664粒、64,750尾である。

(2) 魚卵で最も多量に採集されたのはサバ属で、全採集個体数の31.3%にあたる。次いでカタクチイワシ、トカゲエソ、タチウオ、マイワシなどが多量に採集された。

稚仔魚ではカタクチイワシが最も多量に採集され、全採集個体数の32.7%にあたる。次いでネズミギス、ヒメジ、シマイサキ、アイナメなどが多量に採集された。

(3) 魚卵・稚仔魚出現の季節的变化から出現期とその盛期について類型化を行った。

周年にわたって出現した種類にはウルメイワシ、マイワシ、カタクチイワシ、タチウオの卵およびマイワシ、カタクチイワシ、サンマ、ボラ、ヒメジ、メジナ、テンジクイサギ、イソギンボの稚仔魚などがある。春～夏～秋季に出現した種類にはトカゲエソ、シイラの卵およびカワハギ、ウマズラハギの稚仔魚など、夏～秋～冬季に出現した種類にはネズミギス、タカベ、キス、ニジギンボ、アミメハギの稚仔魚など、秋～冬～春季に出現した種類にはスズキの卵およびサギフェの稚仔魚などがある。また、夏～秋季に出現した種類にはシマイサキの稚仔魚、秋～冬季に出現した種類にはタカノハダイの稚仔魚、冬～春季に出現した種類にはアイナメの稚仔魚がある。

出現盛期が春～夏季にみられるのはカタクチイワシ、トカゲエソ、タチウオの卵およびカタクチイワシ、ウマズラハギの稚仔魚など、夏～秋季にみられるのはネズミギス、ヒメジ、キス、テンジクイサギ、シマイサキ、ニジギンボ、カワハギ、アミメハギの稚仔魚など、秋～冬季にみられるのはボラ、タカベ、タカノハダイの稚仔魚、冬～春季にみられるのはウルメイワシ、マイワシの卵およびマイワシ、サンマ、メジナの稚仔魚などである。また、夏季のみにみられるのはシイラの卵およびイソギンボの稚仔魚など、冬季のみにみられるのはスズキの卵およびサギフェ、アイナメの稚仔魚である。春～夏季中心型は水温上昇期、夏～秋季中心型は高温期、秋～冬季中心型は水温下降期、冬～春季中心型は低温期に各魚種の主産卵期が符節するものとする。

2 魚卵・稚仔魚の分布状況とその補給源

(1) 魚卵・稚仔魚の分布様式の類型化を行った。

トカゲエソ、スズキの卵およびキス、イソギンボ、ニジギンボ、アミメハギ、アイナメの稚仔魚などは紀伊水道域に分布の重心がみられ、外海域に向けてその分布密度がうすくなっている分布型であり、カワハギ、ウマズラハギの稚仔魚などは紀伊水道域での出現が、外海域のそれより多い分布型である。これら魚種の産卵場は瀬戸内海あるいは紀伊水道域にあり、比較的内湾・沿岸性海域に成育する魚種である。

また、サギフェの稚仔魚などは外海域のみでその出現がみられる分布型であり、ウルメイワシ、マイワシ、タチウオ、シイラの卵およびマイワシ、ネズミギス、サンマ、ボラ、タカベ、ヒメジ、メジナ、テンジクイサギ、シマイサキ、タカノハダイの稚仔魚などは外海域に分布の重心がみられ、紀伊水道域へ拡散している分布型である。これら魚種の産卵場は外海域あるいは黒潮上流域にあり、比較的外洋・沖合性の強い海域に成育する魚種である。

(2) 魚卵・稚仔魚が多量に分布する海域の水温・塩分範囲を検討すると、キス、アミメハギの稚仔魚などは水温25～30℃、塩分32～33、カタクチイワシの卵、ネズミギス、ヒメジ、テンジクイサギ、シマイサキ、ニジギンボ、カワハギの稚仔魚などは水温25～30℃、塩分33～34、カタクチイワシ、イソギンボの稚仔魚は水温20～25℃、塩分33～34、トカゲエソ、シイラ、タチウオの卵およびボラ、タカ

べ、メジナ、タカノハダイ、ウマズラハギの稚仔魚は水温20~25°C、塩分34~35の範囲に多く出現している。

また、ウルメイワシ、マイワシの卵およびマイワシ、サンマ、サギフエの稚仔魚などは水温15~20°C、塩分34~35、スズキの卵とアイナメの稚仔魚は水温10~15°C、塩分33~34の範囲に多く出現している。

(3) 紀伊水道域に分布の重心がみられ、より内湾・沿岸性の強い魚卵・稚仔魚の出現傾向から紀伊水道およびその外域で不連続な境界が想定され、その中でも紀伊水道入口付近のものが特に顕著である。

3 魚卵・稚仔魚群集の季節変動と海況の季節変動

(1) 紀伊水道入口付近の不連続な境界は主として内海系水と外海系水の両水塊によって形成され、この不連続帯は、冬~春季に顕著にみられるが、夏~秋季にはあまりみられない。

(2) 採集された魚卵・稚仔魚をその定点の群集とみなし、採集結果より各定点間の群集類似度指数を求めた。

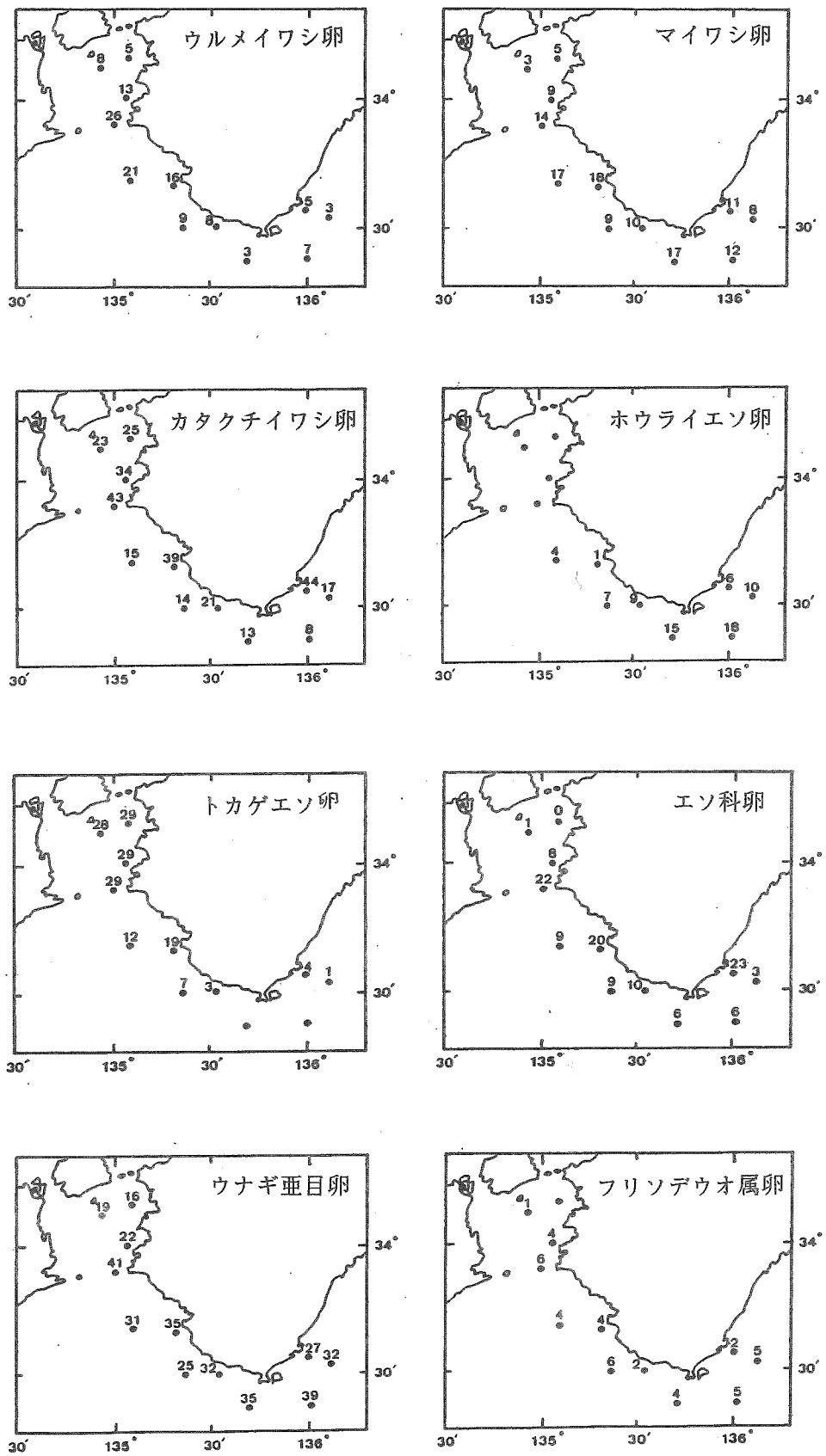
魚卵では紀伊水道グループが冬季から夏季にかけてみられ(特に春・夏季で顕著)、外海グループは夏季にみられる。また、稚仔魚では冬季に紀伊水道グループがみられる。

(3) 紀伊水道および紀南沿岸海域における魚卵・稚仔魚群集の構成は、巨視的には内海系水と外海系水の季節的消長に関係づけられていると判断される。

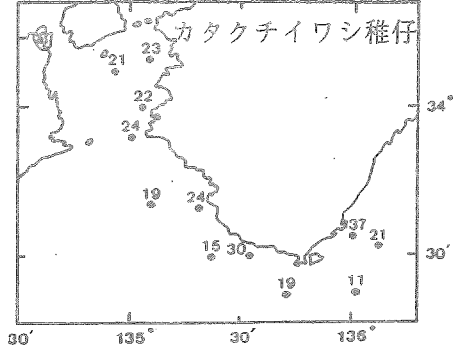
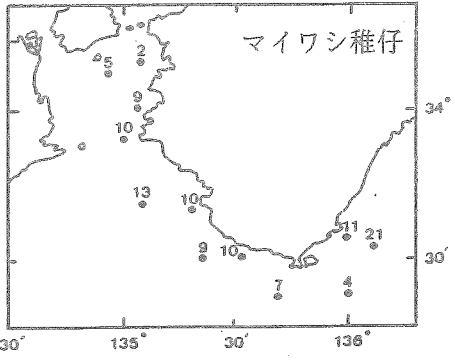
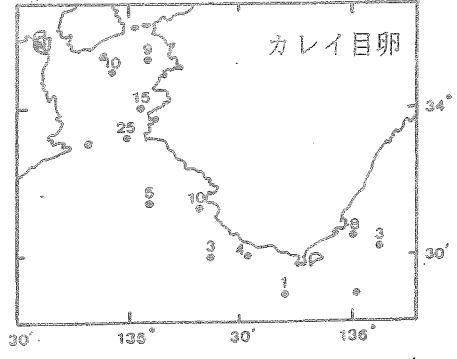
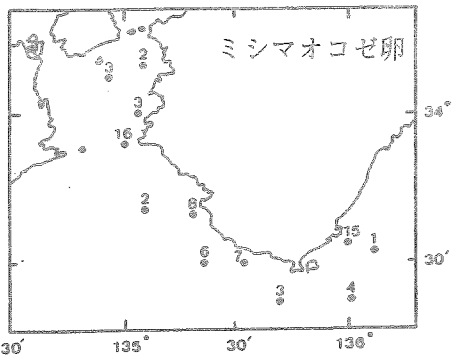
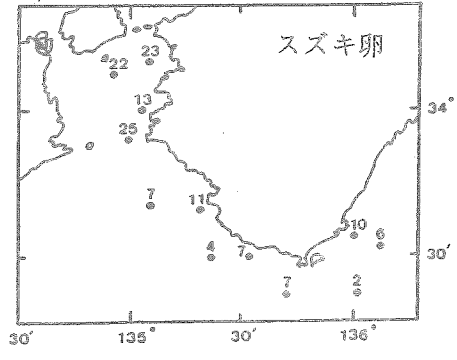
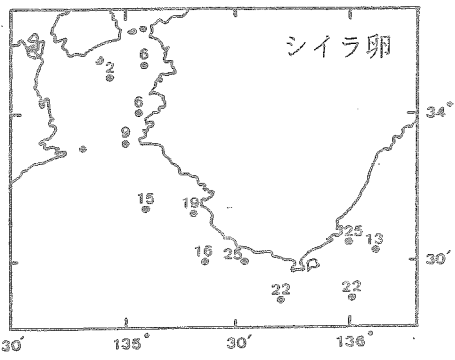
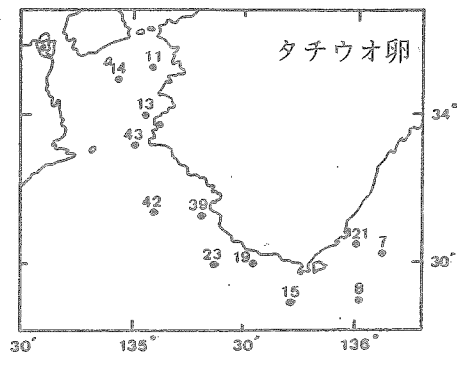
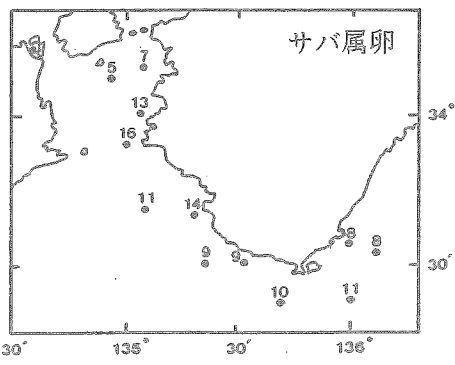
内海系水の紀伊水道外域への張り出しは夏季に最も強く、冬季、春季および秋季には弱い。また、外海系水の紀伊水道域内への流入は夏季に最も強く、次いで秋季で、冬~春季が最も弱い。

文 献

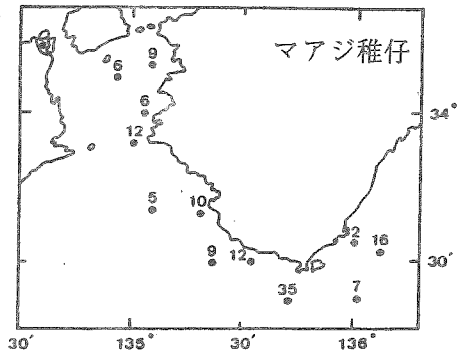
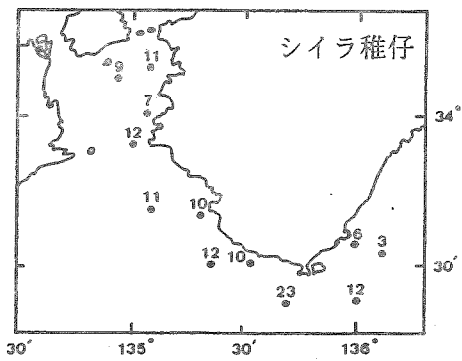
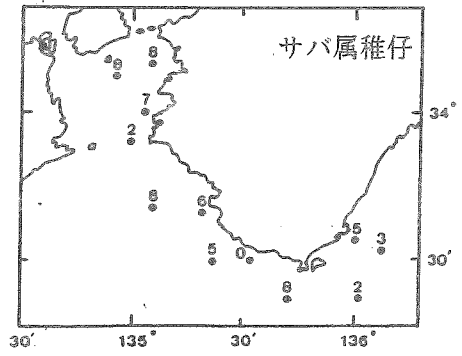
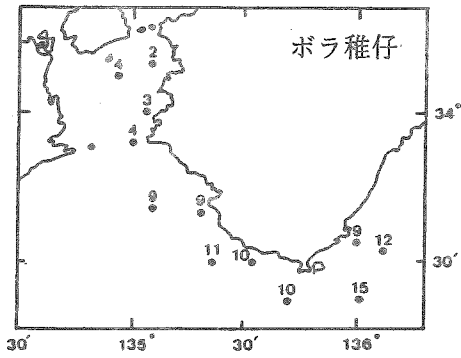
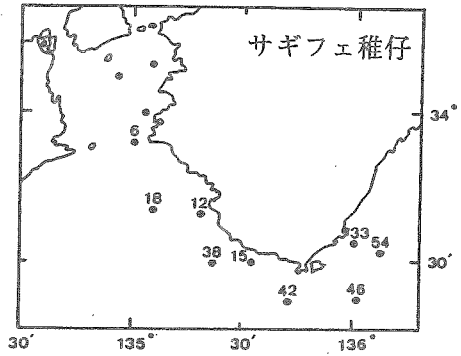
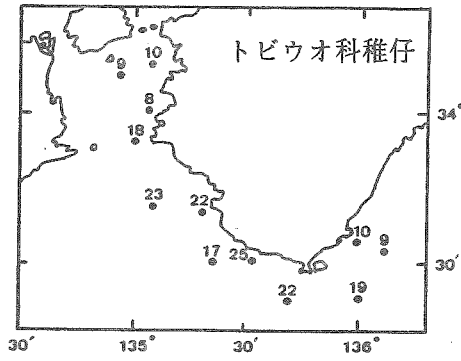
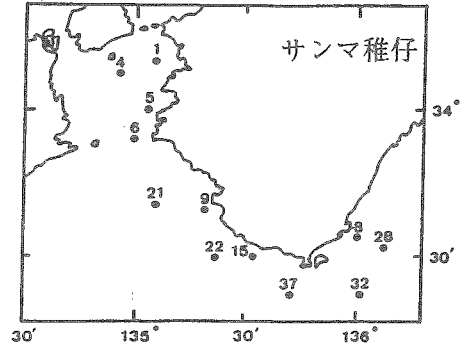
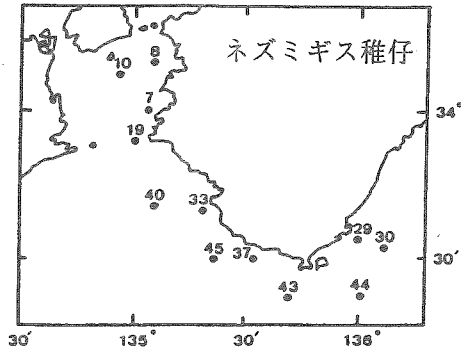
- 1) 高尾亀次、1964: 瀬戸内海のカタクチイワシの生態について、内水研刊行物C輯、(2-4)、1~50.
- 2) 堀木信男、1972: 和歌山県沿岸海域におけるカタクチイワシ卵および稚仔の分布について、本誌昭和46年度、209~232.
- 3) 堀木信男、1974: 紀伊水道および紀南沿岸海域に出現する魚卵・稚仔魚の研究-Ⅲ、採集方法の相違による魚卵・稚仔魚出現量の比較、本誌昭和47年度、168~175.
- 4) 市栄 誉、1952: 紀伊水道の海況(1951年)、中央気象台海洋報告、2(3)、253~278.
- 5) 吉岡 洋、1971: 冬期紀伊水道に発生するOceanic frontについて(1)、海と空、46(2)、31~44.
- 6) 竹内淳一、1981: 紀伊水道海域における全層平均水温、塩分および透明度の季節変化と経年変動の特徴、瀬戸内海浅海定線調査成果結果(その2)、30~41.
- 7) 竹内淳一、1985: 1984年冬・春季の紀伊水道における異常冷水現象について、南西海区ブロック海洋研究会、No.2、9~26.
- 8) 堀木信男、1976: 紀伊水道およびその周辺海域におけるスズキ卵の分布生態について、栽培技研、5(2)、1~9.
- 9) 堀木信男、1979: 紀伊水道およびその周辺海域におけるアイナメ稚仔魚の分布生態について、水産増殖、26(4)、170~177.
- 10) 堀木信男、1971: シラス漁況(春シラス)と海況との関係について、本誌昭和45年度、159~163.
- 11) 堀木信男、吉村晃一、1987: 紀伊水道で漁獲されるシラスの「魚種交代現象」について、本誌昭和60年度、140~156.
- 12) 木元新作、1978: 動物群集研究法I.-多様性と種類組成-、生態学研究法講座14、共立出版株式会社.



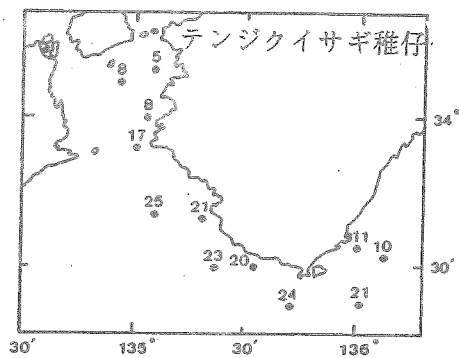
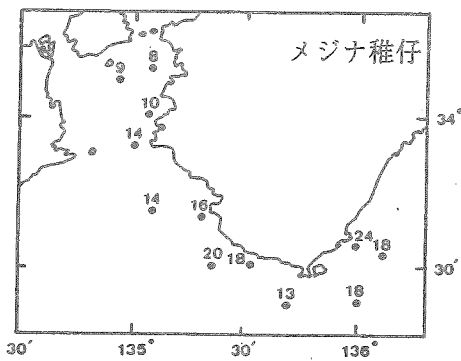
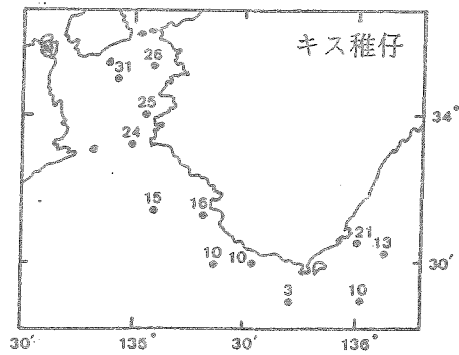
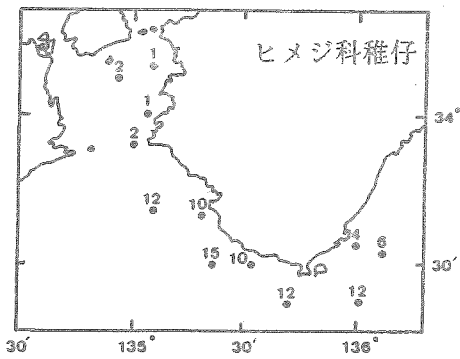
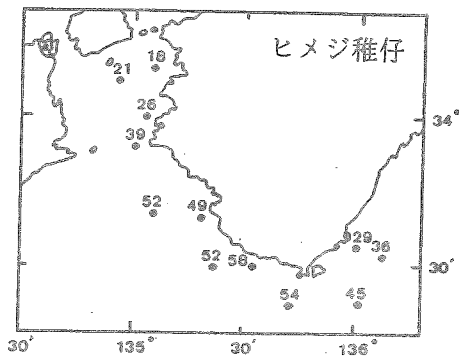
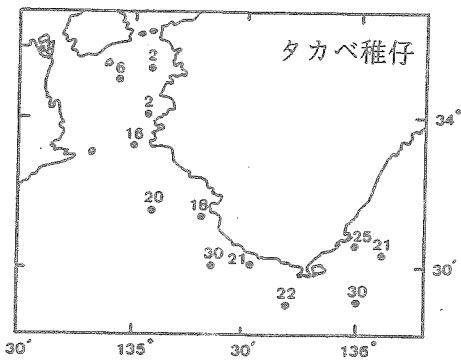
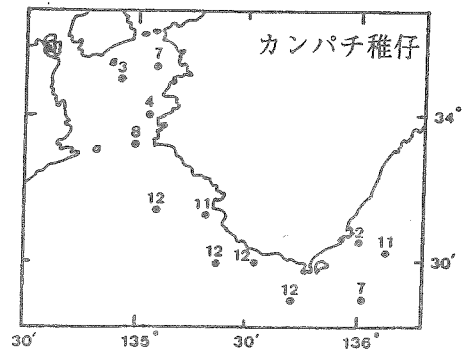
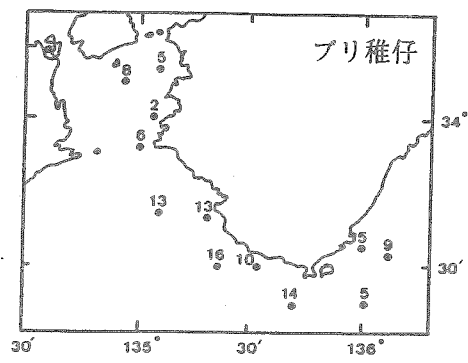
付図1 主要魚卵・稚仔魚の水平分布（出現地点比率）



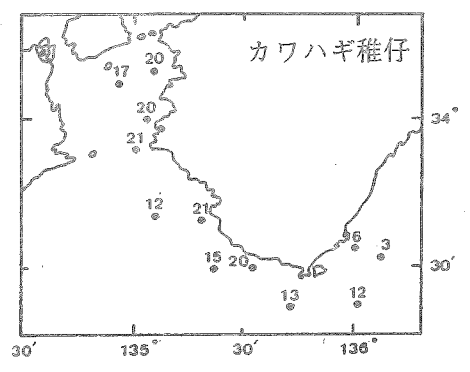
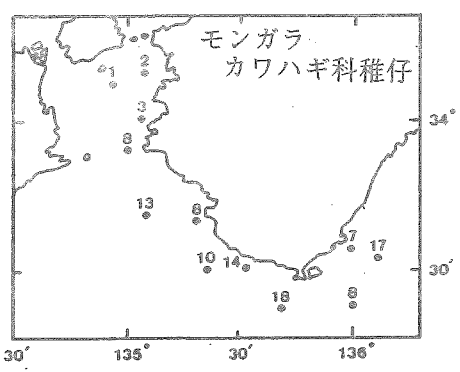
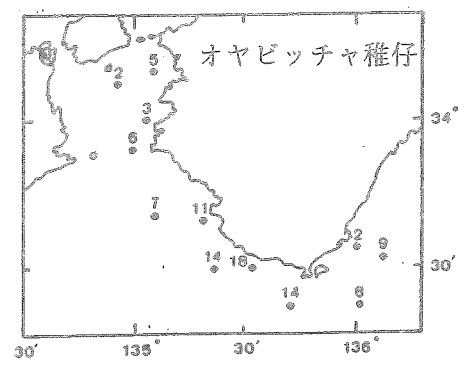
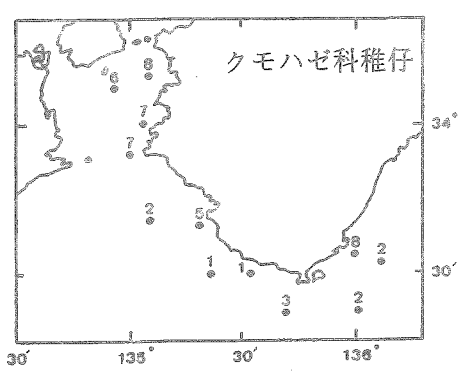
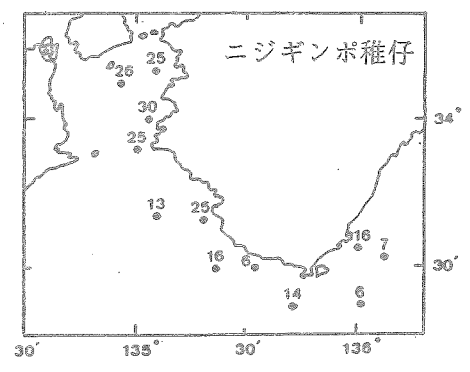
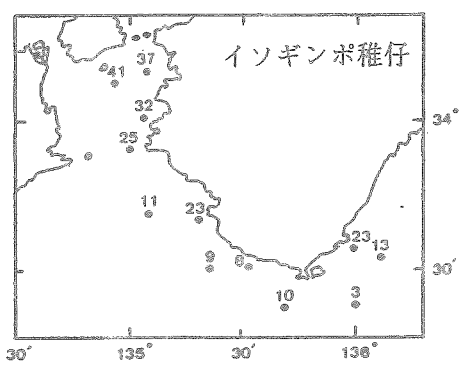
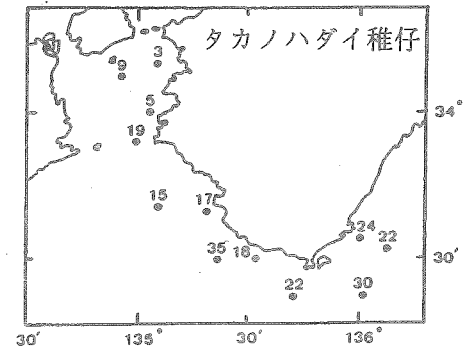
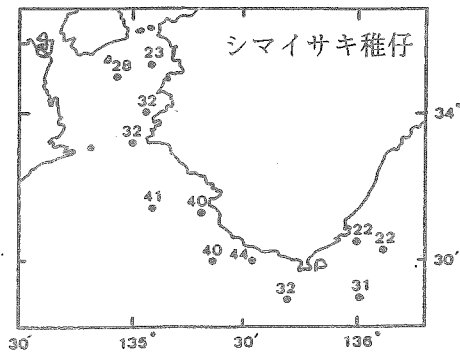
付図1 つづき



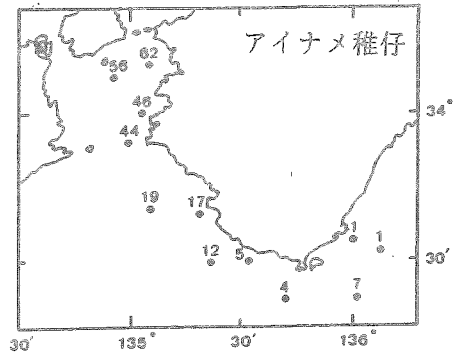
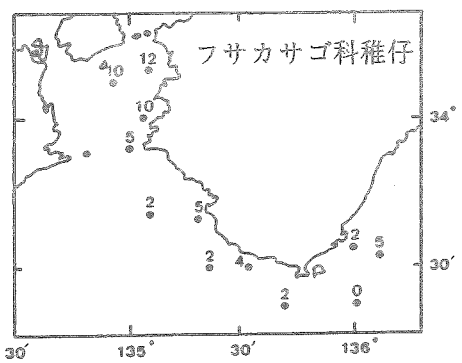
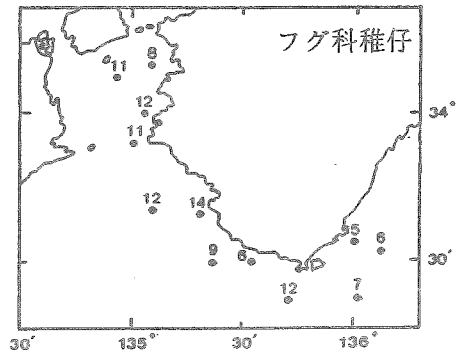
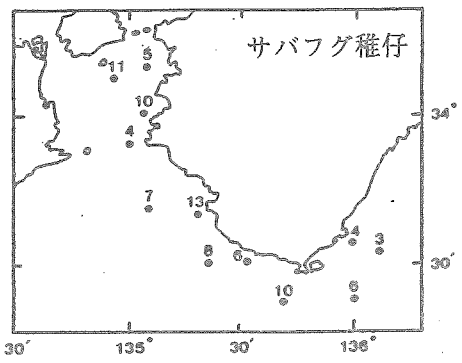
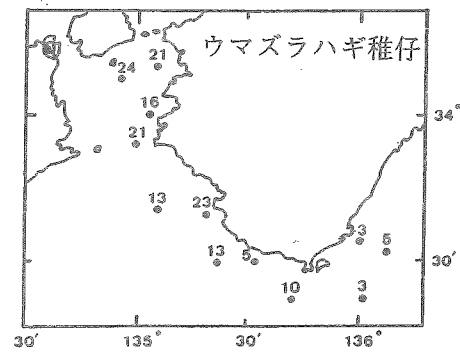
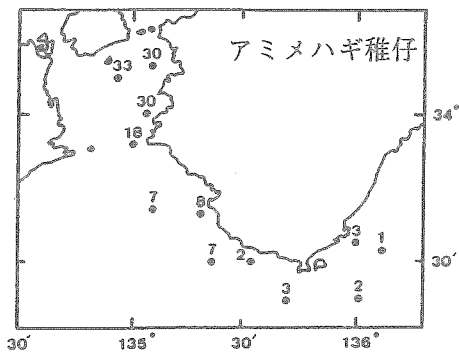
付図1 つづき



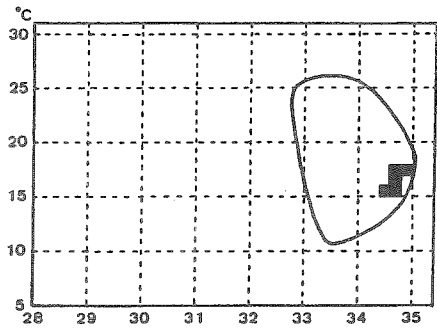
付図1 つづき



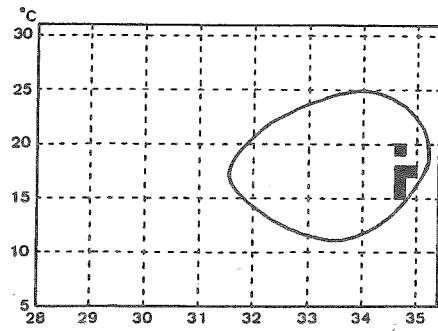
付図1 つづき



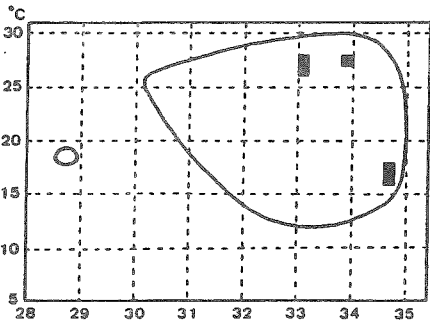
付図1 つづき



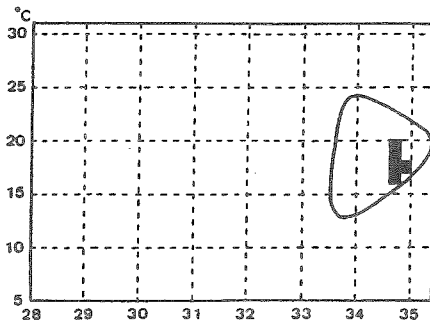
ウルメイワシ卵



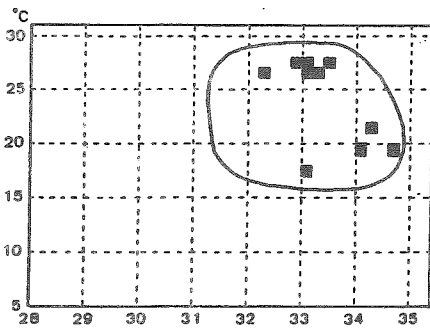
マイワシ卵



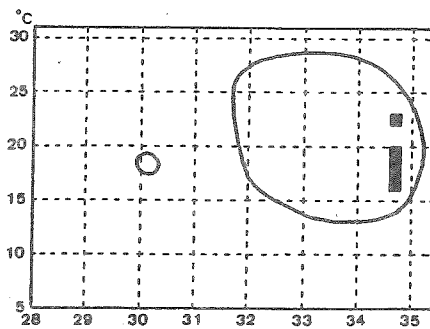
カタクチイワシ卵



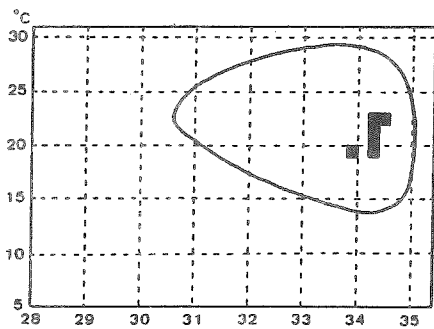
ホウライエソ卵



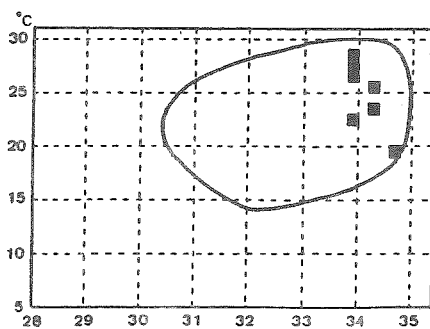
トカゲエソ卵



サバ属卵

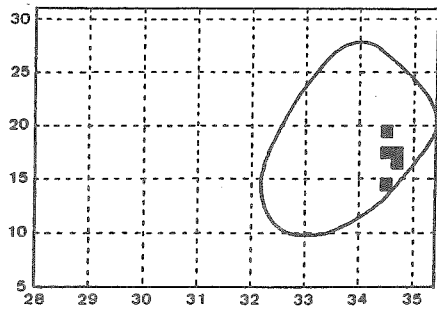


タチウオ卵

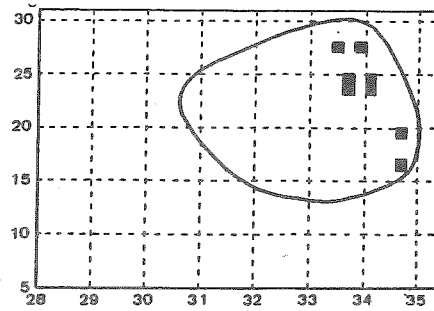


シイラ卵

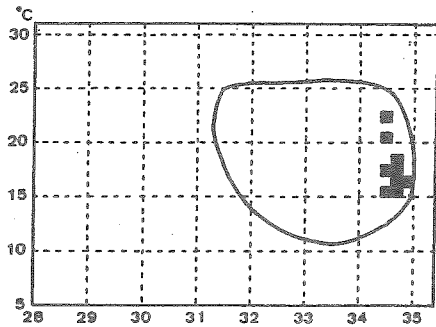
付図2 魚卵・稚仔魚の出現環境図



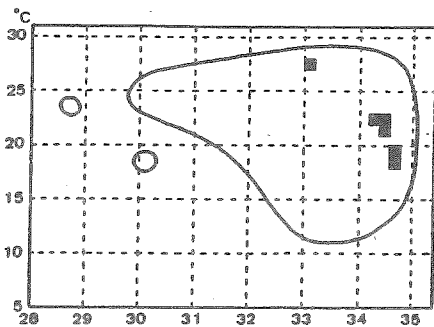
スズキ卵



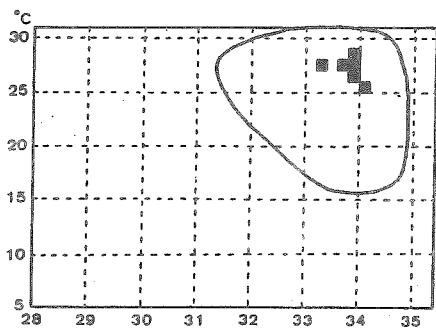
ミシマオコゼ卵



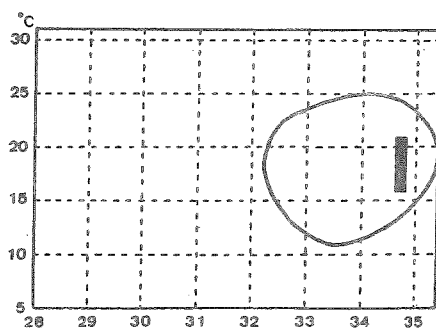
マイワシ稚仔



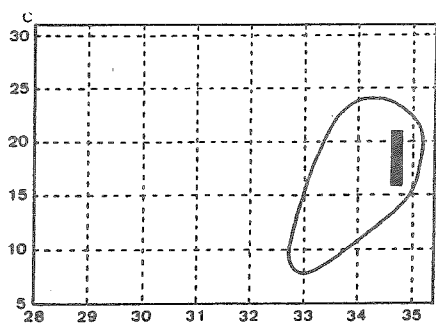
カタクチイワシ稚仔



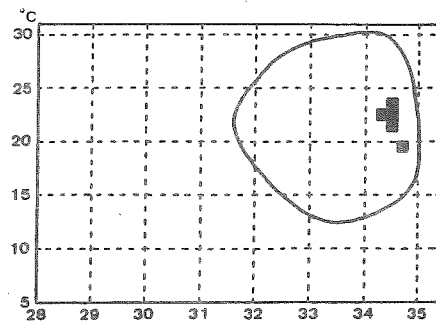
ネズミギス稚仔



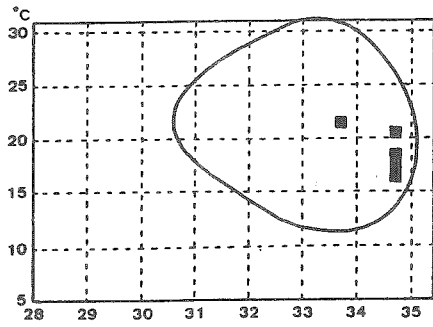
サンマ稚仔



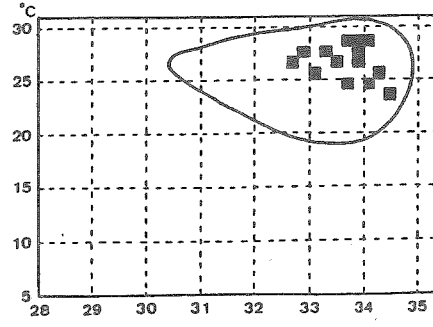
サギフエ稚仔



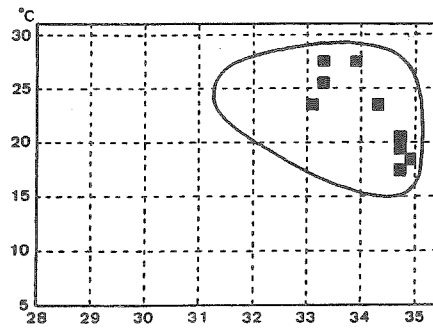
ボラ稚仔



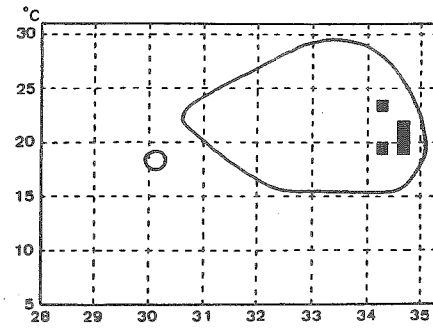
サバ属稚仔



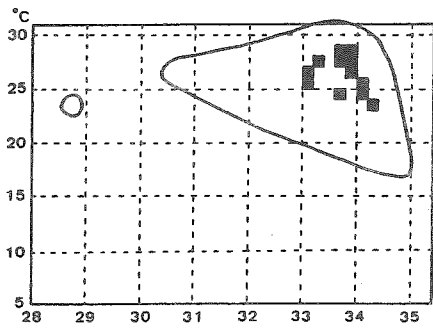
シイラ稚仔



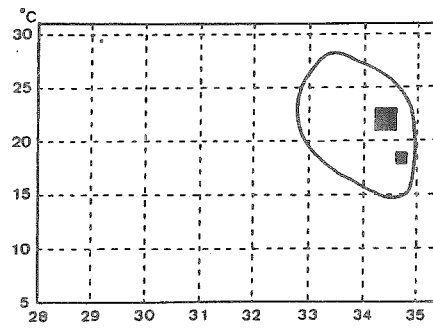
マアジ稚仔



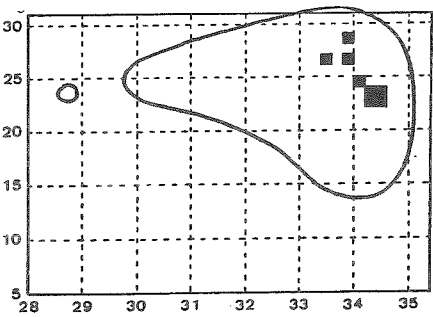
ブリ稚仔



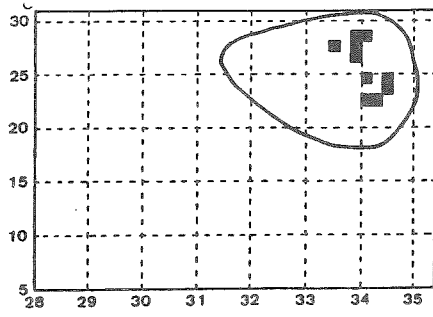
カンパチ稚仔



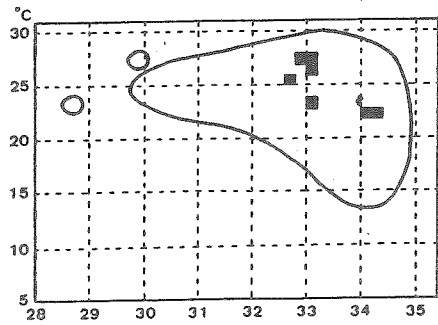
タカベ稚仔



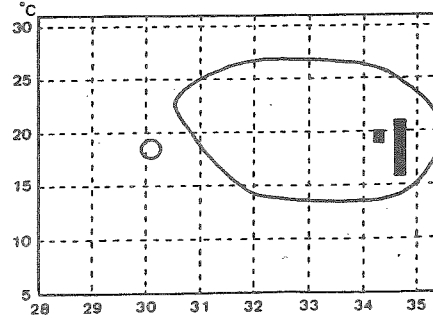
ヒメジ稚仔



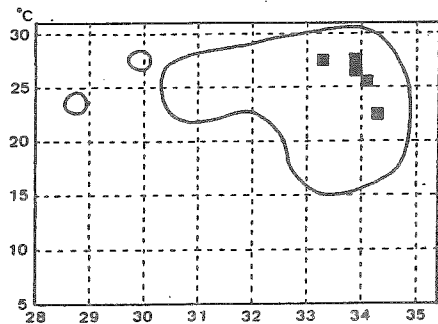
ヒメジ科稚仔



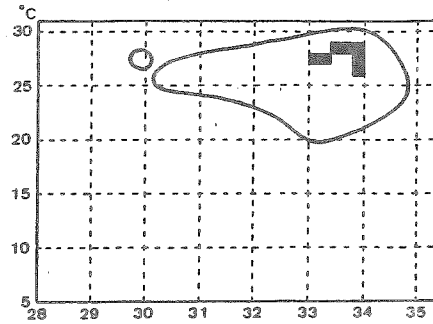
キス稚仔



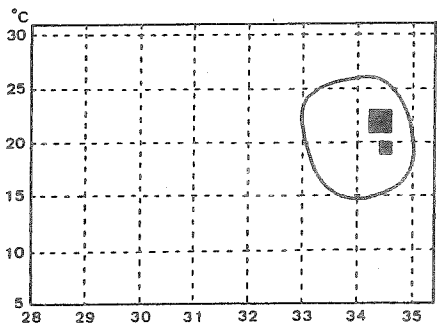
メジナ稚仔



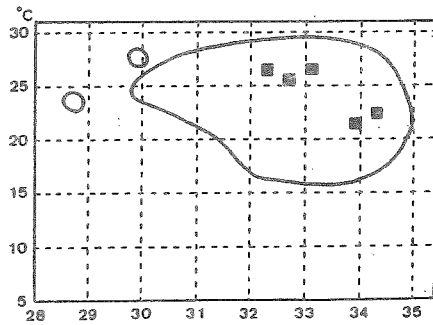
テンジクイサギ稚仔



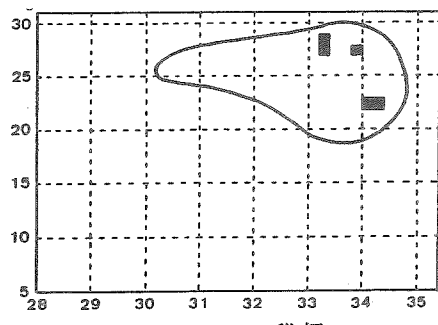
シマイサキ稚仔



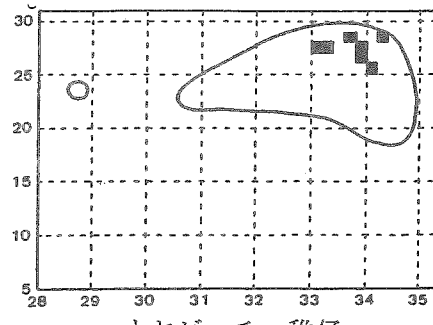
タカノハダイ稚仔



インギンボ稚仔

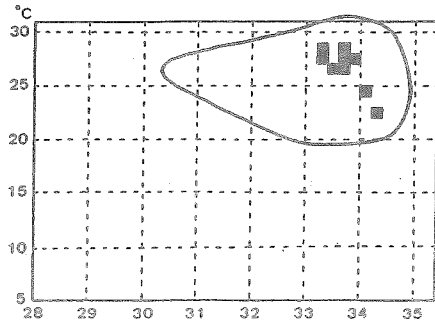


ニギンボ稚仔

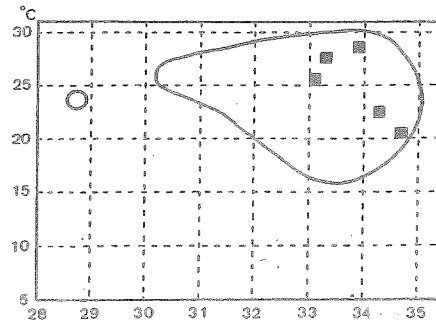


オヤビッチャ稚仔

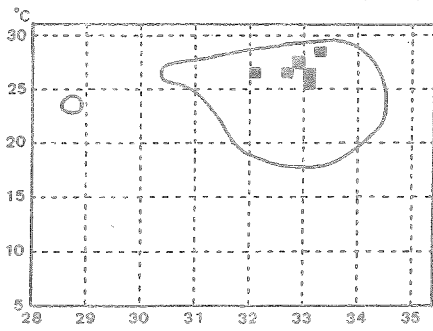
付図2 つづき



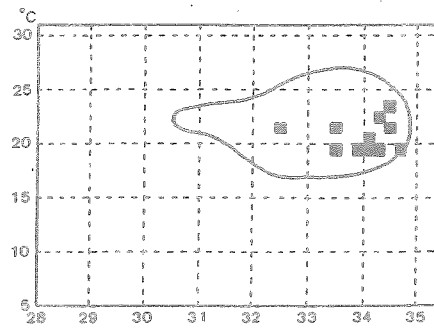
モンガラカワハギ科稚仔



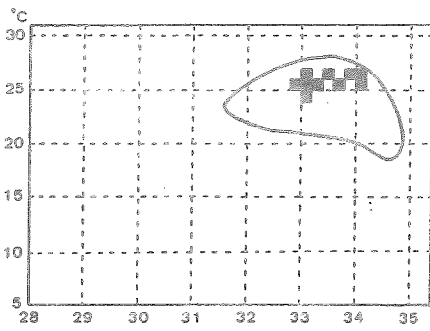
カワハギ稚仔



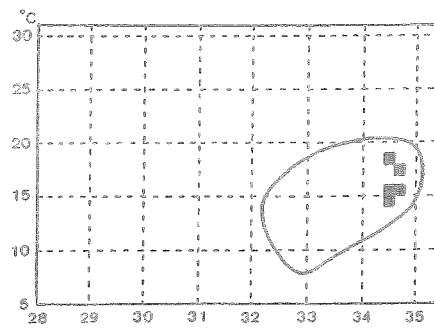
アミメハギ稚仔



ウマズラハギ稚仔



サバフグ稚仔



アイナメ稚仔