

## 冬季の紀伊水道およびその周辺海域におけるスズキ卵、 アイナメ稚仔の分布と水塊との係わり

堀 木 信 男

(1992年6月8日受付)

### Distribution Patterns of Sea Bass *Lateolabrax japonicus* Eggs and Greenling *Hexagrammos otakii* Larvae in Relation to Water Masses in the Kii Channel and Adjacent Waters in Winter

Nobuo Horiki\*

Ichthyoplanktonic fauna in the Kii Channel is usually dominated by eggs of the sea bass *Lateolabrax japonicus* and larvae of the greenling *Hexagrammos otakii* in winter. They are mainly spawned in the inner parts of the channel, or those further inside. The sea bass eggs and the greenling larvae are strictly neustonic. Their geographical distribution in the Kii Channel are essentially influenced by the rise and fall the two water masses, the coastal and oceanic waters. Both the sea bass eggs and the greenling larvae are always distributed most densely just inside the boundary zone. When the oceanic water is prevailing their distribution become restricted to the inner part of the Kii Channel, while when the oceanic water is retreating offshore, their distribution expands outside the channel.

紀伊水道域は大阪湾、播磨灘から流出する低温・低鹹な内海系水と黒潮に由来する外海から流入する高温・高鹹な外海系水とが接触し、更に水道兩岸から注ぐ河川水の影響もあって複雑な海況を呈する海域である。魚卵・稚仔の分布はこれら両水塊の影響を大きく受けている。

内海系水の影響を受けるこの水域にあっては、冬季に出現する魚卵・稚仔の種類はきわめて少ないが、その中にあってスズキ *Lateolabrax japonicus* の卵とアイナメ *Hexagrammos otakii* の稚仔は真冬を中心に出現し、冬季における魚卵・稚仔それぞれの最優勢種となっている。<sup>1,2)</sup> これら両種は瀬戸内海において重要魚種の1つにあげられ、更に栽培漁業の有望な魚種としても評価されている。瀬戸内海におけるスズキ卵、アイナメ稚仔の分布については、千田<sup>3)</sup> がアイナメ稚仔の分布と水温、塩素量との関係について、その他では岡山水試、<sup>4)</sup> 水戸<sup>5)</sup> がスズキ卵、水戸、<sup>6)</sup> 松田<sup>7)</sup> がアイナメ稚仔の主として出現時期について報告しているにすぎない。

著者は既に紀伊水道およびその周辺海域におけるスズキ卵<sup>7)</sup> とアイナメ稚仔<sup>8)</sup> の出現時期および分布域、分布と水温・塩分との関係について検討し、両者の濃密分布域が、内海系水と外海系水との接触域付近に出現することを報告した。

本論文は前報<sup>7,8)</sup>以降の資料や情報を加えて、紀伊水道およびその周辺海域におけるスズキ卵、アイナメ稚仔の出現時期、分布域などを明らかにするとともに、それらの分布と内海系水および外海系水との係わりについて検討したものである。

#### 実験方法

和歌山県沿岸海域での「浅海・沿岸定線観測」のための36定点のうち12定点 (Fig. 1) において、1967年4月から1980年3月まで毎月1回、総計1,616回の魚卵・稚仔の採集を行った。採集方法は、㊦ A網 (口径1.3 m, 側長4.5 m—側長前部3 mは4×4×200 Kのモジ網, 後部1.5 mはNGG54・網目0.33×0.33 mmの篩布で構成した網) を用い、船速約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。

水温・塩分の資料は上記の36定点において同時に得たものを用いた。

なお、アイナメとクジメ *H. agrammus* の稚仔を明確に区別して査定することは非常に困難であり、本論文の材料の中にはクジメ稚仔が混同している可能性があるが、ここではすべてアイナメ稚仔として取り扱った。

\* 和歌山県水産試験場 (Wakayama Prefectural Fisheries Experimental Station, Kushimoto, Wakayama 649-35, Japan).

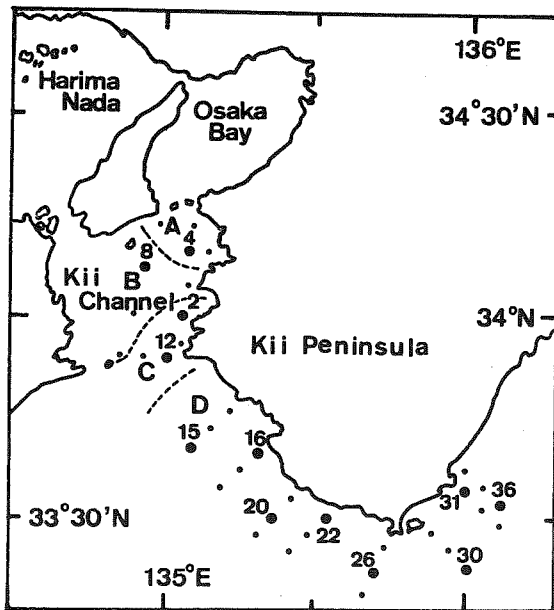


Fig. 1. Map of the Kii Channel and its vicinity showing the study area.

Discontinuous numbers refer to stations where fish larvae and eggs were collected by net hauling, all points, both large and small ones, indicating the routine stations for oceanographic survey. The Kii Channel and adjacent waters are divided into four sections by broken lines for convenience.

A, Northern waters of the Kii Channel; B, Central waters of the Kii Channel; C, Southern waters of the Kii Channel; D, The open sea.

### 結 果

和歌山県沿岸海域でA網による表層水平曳網によって採集されたスズキ卵、アイナメ稚仔の出現回数と総個体数はそれぞれ 109 回、2,858 粒および 140 回、2,251 尾である。

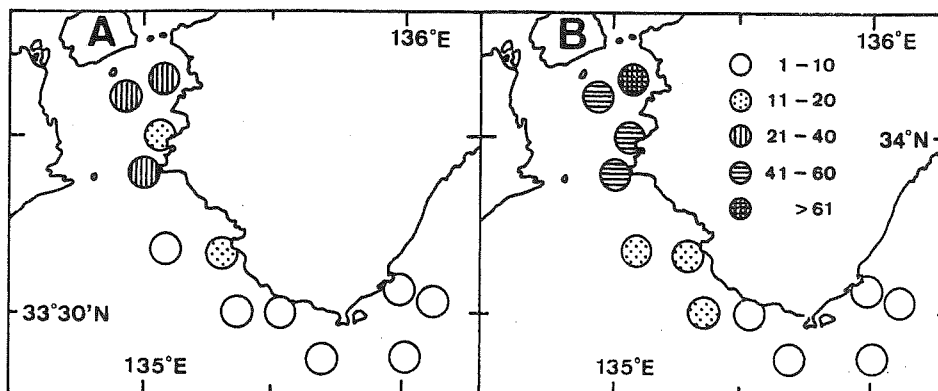


Fig. 3. Spatial distribution of *Lateolabrax japonicus* eggs (A) and *Hexagrammos otakii* larvae (B) showing the percentage frequencies of occurrence at each stations where repeated collections were made during the seasons of appearance in 1967-1980.

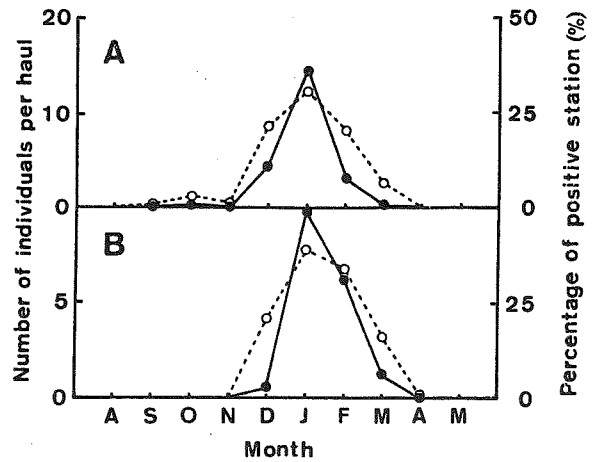


Fig. 2. Seasonal changes in abundance (solid circles) of *Lateolabrax japonicus* eggs (A) and *Hexagrammos otakii* larvae (B) in the Kii Channel and adjacent waters during 1967-1980.

Percentages of occurrence (open circles) show the number of stations where ichthyoplanktons were found/total number of stations hauled  $\times 100$ .

出現時期と水平分布 スズキ卵、アイナメ稚仔の1曳網当り出現個体数(各月の出現個体数/曳網回数)および出現地点比率(各月の出現地点数/曳網地点数 $\times 100$ )の季節変動をFig. 2, 出現比率(出現時期における各定点の出現回数/曳網回数 $\times 100$ )の水平分布をFig. 3に示した。

スズキ卵の出現時期は9~3月であり、その盛期は12月中旬~1月下旬にみられる。分布域は9~11月には外海の沿岸域にきわめて少量出現するが、12月以降は和歌山県沿岸海域のほぼ全域にわたり、分布の中心は紀伊水道域にみられる。

また、アイナメ稚仔の出現時期は、12~3月であり、

	Stn.2	4	8	12	15
Stn.2		7	6	7	2
4	11		14	11	4
8	12	6		12	4
12	13	14	10		4
15	11	16	14	16	

	Stn.2	4	8	12	15
Stn.2		22	19	15	8
4	10		24	20	10
8	13	11		17	8
12	15	13	16		7
15	17	21	22	18	

Fig. 4. Synchronous occurrence of *Lateolabrax japonicus* eggs (A) and *Hexagrammos otakii* larvae (B) between pairs of stations.

The upper-right and lower-left values in trellis diagrams indicate the frequencies of presence in both and either of two stations respectively.

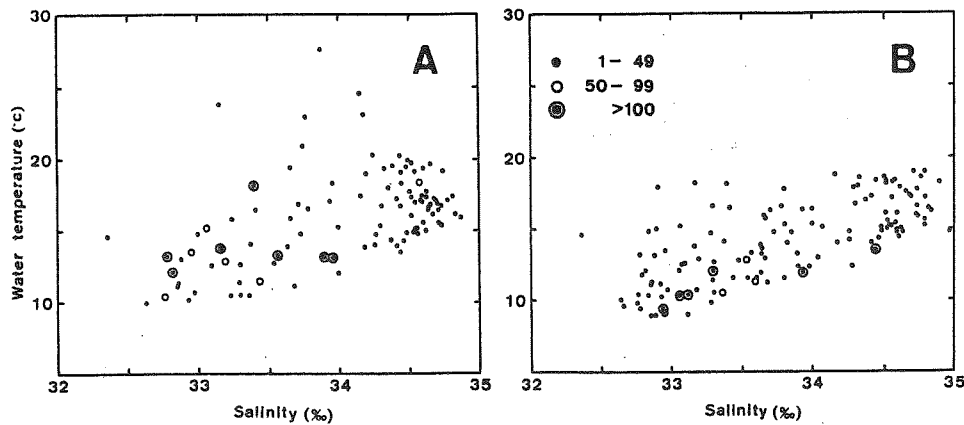


Fig. 5. Relationships between environmental factors (surface water temperature and salinity) and abundances of *Lateolabrax japonicus* eggs (A) and *Hexagrammos otakii* larvae (B) in 1967-1980.

その盛期は1月下旬～2月上旬の比較的短期間にみられる。分布域は和歌山県沿岸海域の全域にわたり、分布の中心は紀伊水道域にみられる。なお、各月によって分布域に大きな変化はみられない。

スズキの産卵場は播磨灘および大阪湾の南部域から紀伊水道北・中部域\*であり、<sup>7)</sup> アイナメの産卵場は紀淡・鳴門両海峡の沿岸域である。<sup>8)</sup> そして、それぞれの産卵場で産卵、ふ化したスズキ卵とアイナメ稚仔は主に内海系水で覆われている紀伊水道域で濃密に分布し、そこ(紀伊水道域)から外海域へ拡散している。

**地理的な出現傾向** スズキ卵, アイナメ稚仔の紀伊水道およびその外域における地理的な出現傾向をみるため、同じ年・同じ月に Stn. 2, 4, 8, 12, 15 のうちの任意の2定点の双方で出現した回数, 1定点のみで出現した回数を調べると Fig. 4 のようになる。なお、斜線より上は2定点の双方で出現した回数, 斜線より下は1定点のみで出現した回数を示す。

スズキ卵は、紀伊水道北・中部域の Stn. 4 と Stn. 8 の双方で出現した回数の比率(2定点の双方で出現した回数/2定点の双方で出現した回数+1定点のみで出現した回数×100)が70%と高く、この定点間での出現傾向はきわめてよく似ている。また、この定点間以外の紀伊水道域の各定点(Stn. 2, 4, 8, 12)間の比率は33～55%であるが、紀伊水道域の各定点と外海域の Stn. 15 との間の比率は23%以下と低い。

また、アイナメ稚仔は、紀伊水道域では各定点間の比率が50～69%と高く、出現傾向はよく似ているが、スズキ卵と同様に紀伊水道域の各定点と外海域の Stn. 15 との間の比率は33%以下と低い。

このようなスズキ卵, アイナメ稚仔の地理的な出現傾向より、紀伊水道域と外海域との間(水道入口付近)に不連続な境界が想定される。これについては当調査海域における魚卵・稚仔群集の類似度指数からも推察され、<sup>10)</sup> この不連続帯は主として内海系水と外海系水の両

\* 紀伊水道の水域区分については、TS ダイアグラムにより区分した竹内<sup>9)</sup>にしたがった。

水塊によって形成されている。

**出現海域の水温・塩分** スズキ卵, アイナメ稚仔の出現海域における海洋環境を明らかにするため, 両者が出現した定点の表面水温・塩分を Fig. 5 に示した。

スズキ卵は水温  $10.0\sim 27.6^{\circ}\text{C}$ , 塩分  $32.36\sim 34.87\text{‰}$  の範囲に出現している。1回の曳網で 100 粒以上出現したのは, 水温  $12.1\sim 18.2^{\circ}\text{C}$ , 塩分  $32.78\sim 33.95\text{‰}$  の範囲であり, この範囲は全出現範囲の中の比較的低温・低鹹部に位置している。なお, 高鹹部での出現頻度は高いが, 1曳網当りの出現個体数は少ない。

また, アイナメ稚仔は水温  $8.9\sim 19.0^{\circ}\text{C}$ , 塩分  $32.36\sim 34.96\text{‰}$  の範囲に出現している。1回の曳網で 100 尾以上出現したのは, 水温  $9.4\sim 13.5^{\circ}\text{C}$ , 塩分  $32.94\sim 34.44\text{‰}$  の範囲であり, この範囲は全出現範囲の中の比較的低温・低鹹部に位置している。なお, 高温部あるいは高鹹部での 1曳網当りの出現個体数は少ない。

このようにスズキ卵, アイナメ稚仔ともに低温・低鹹な内海系水域で濃密に分布し, 高温・高鹹な外海系水域での分布は薄い。このことからスズキ卵, アイナメ稚仔は内海系水域から外海系水域へ拡散していることが想定される。

南部ら<sup>11)</sup>は, 水温がスズキ卵のふ化率に与える影響について検討し, 水温  $12\sim 20^{\circ}\text{C}$  で正常発生するが, 初期発生時  $8\sim 9^{\circ}\text{C}$  以下の時はふ化率が著しく悪くなると報

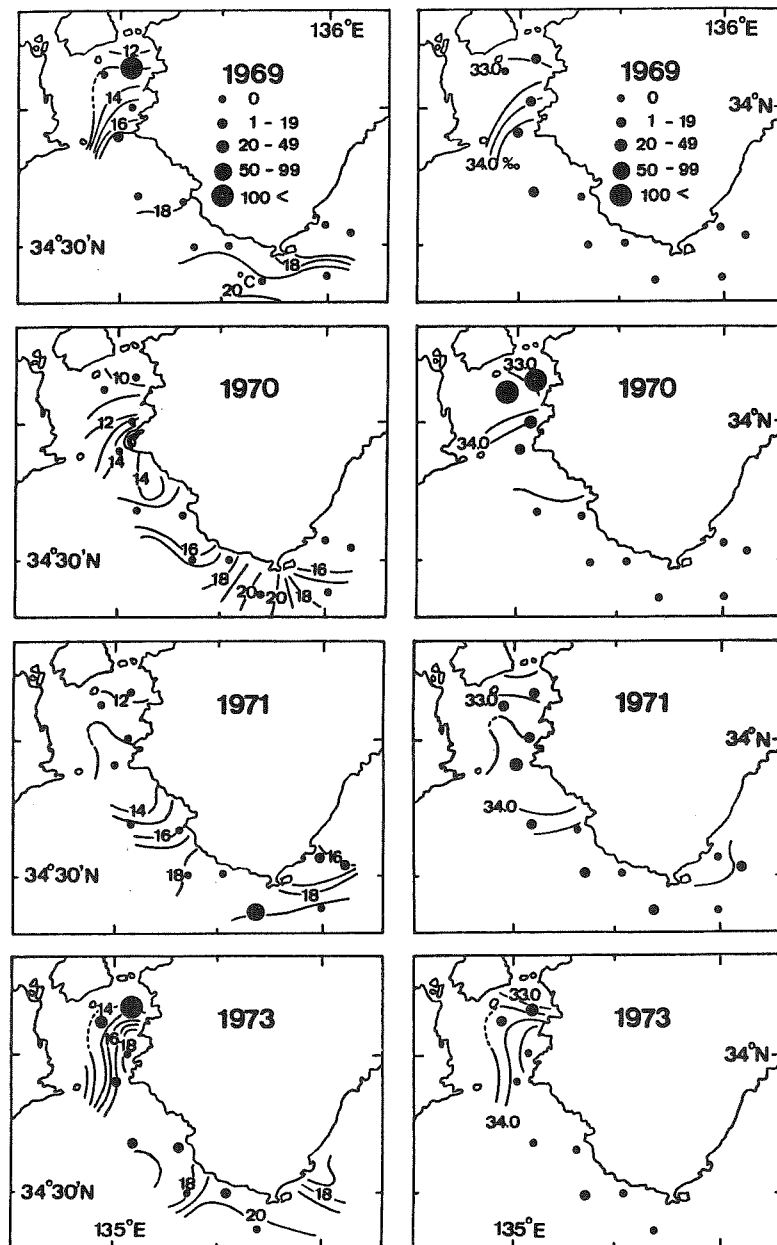


Fig. 6. Representative distributions of *Lateolabrax japonicus* eggs (left) and *Hexagrammos otakii* larvae (right) during main seasons of occurrence with the contours of surface water temperature (left) and salinity (right).

告している。また、丹下、竹田<sup>12)</sup>は、アイナメ稚仔の飼育時には 11~15°C の環境水の保温が必要であると報告している。これらの結果は、本論文におけるスズキ卵とアイナメ稚仔の多量出現範囲とほぼ一致している。このことは両者の濃密分布が塩分よりも水温によって規定されていることを示唆しており、その傾向はスズキ卵でより強いように推察される。

**分布と水塊との関係** スズキ卵, アイナメ稚仔の両者の出現盛期である 1 月下旬の間に、定線観測が実施された年の両者の出現状況と表層水温・塩分の水平分布を Fig. 6 に示した。

高温・高鹹な外海系水は和歌山県寄りに紀伊水道域に

流入, 北上し, 水道域の東半分を広くおおっている。そして, この外海系水と低温・低鹹な内海系水とが接触する紀伊水道中部域から水道入口付近にかけて, 水温および塩分の不連続帯がみられる。

スズキ卵, アイナメ稚仔は, 主に不連続帯が顕著な年(すなわち, 外海系水の紀伊水道域への流入が強勢の年)に, 内海系水と外海系水との接触域(不連続帯)のやや内海系水側で濃密分布し, 不連続帯の外海側ではその分布密度がきわめて薄い。

ところがスズキ卵, アイナメ稚仔の両者が同時に多量に出現することはほとんどみられない。スズキ卵の 100 粒以上の濃密分布は, 1969, 1973, 1978, 1979 年のよう

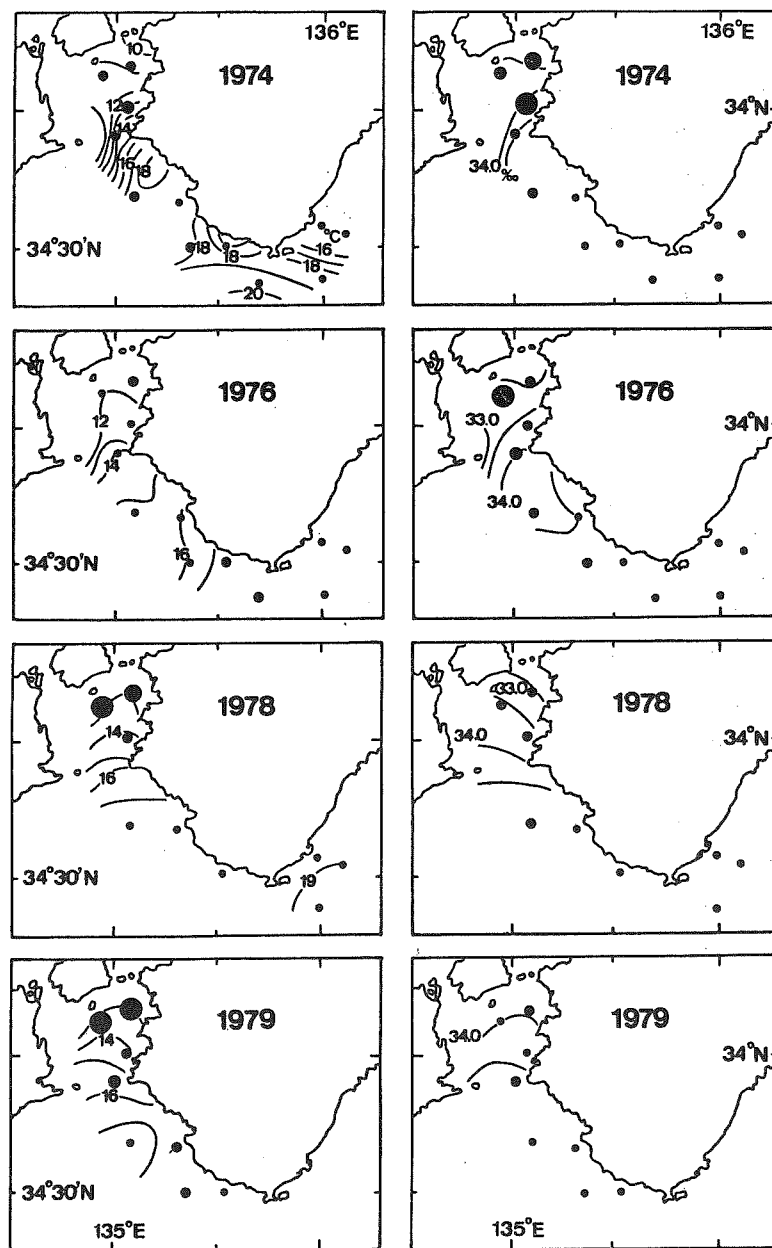


Fig. 6. (continued)

に 13°C の等温線付近にみられるのに対して、アイナメ稚仔は紀伊水道域における水温が低くて 13°C の等温線が水道入口付近に存在する年 (1970, 1974, 1976 年) に、この等温線より低い内海系水域で濃密分布がみられる。このようなスズキ卵、アイナメ稚仔の濃密分布の出現状況の違いは、両者の出現盛期が比較的短くて、その時期のズレが原因しているものと考えられる。すなわち、アイナメ稚仔の出現盛期はスズキ卵のそれよりもやや遅く、このことはアイナメ稚仔の好適水温よりもスズキ卵のそれの方がやや高いことと対応している。また、アイナメ稚仔では、1971年のように紀伊水道域における水温が低く、外海系水の紀伊水道域への流入が弱勢の年に、紀伊水道域より外海域への拡散がより多くみられる。

### 考 察

紀伊水道域に出現する魚卵・稚仔の分布に大きな影響を及ぼしているのは、大阪湾、播磨灘から流出、南下する低温・低鹹な内海系水と外海から和歌山県寄りに流入、北上する高温・高鹹な外海系水とである。市栄<sup>18)</sup>は、この内海系水と外海系水とが接触する紀伊水道南部域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、この不連続帯を横切って内海系水、外海系水の両水塊が互いに出入することはほとんどないと推定している。また、著者<sup>10)</sup>は当調査海域における魚卵・稚仔組成の類似度指数から、冬季は内海系水の外海域への張り出しが弱いことを推定した。

千田<sup>14)</sup>は、魚卵・稚仔の集群の形成は、海水の流動によって機械的になされるのではないと述べており、また、田中<sup>16)</sup>は、魚卵・稚仔の発生・発育にともなる体比重を測定することにより、遊泳機能のまったく、またはほとんどない魚卵やふ化仔魚であっても、鉛直移動によって流れを積極的に利用する可能性があるとして述べている。しかし、ここで取り扱ったスズキ卵、アイナメ稚仔は表層で圧倒的に多く分布し、中層以深での分布はきわめて少ない。このような表層性の強い魚卵・稚仔の分布は内海系水と外海系水との影響を最も強く受け、収束、拡散しているものと推察される。すなわち、魚卵・稚仔は外海系水の紀伊水道域への流入が強勢の年に、両水塊の接触域である不連続帯のやや内海系水側で濃く分布し、不連続帯をこえて外海域へ拡散することはあまりみられない。特に不連続帯が最も発達する 1, 2 月に出現盛期をもつスズキ卵とアイナメ稚仔は外海域へほとんど流出・拡散せず、紀伊水道域内に閉じ込められた形となる。これらの結果は、東京湾口における報告<sup>16, 17)</sup>ともきわめて類似している。また、逆に外海系水の紀伊水道域への流入が弱勢の年は魚卵・稚仔の外海域への拡散傾向がみられる。

中田、岩槻<sup>16)</sup> 岩槻、中田<sup>17)</sup>は、東京湾口に形成される不連続帯(フロント)はスズキ卵、アイナメ稚仔の輸送・分布や生残りに大きな影響を及ぼしていることを報告している。そして、そのフロントの具体的な機能として、魚卵・稚仔の沖合への流出・逸散をおさえる働きをしていることと、餌料プランクトンが沖合側からフロントへ集積されることをあげている。紀伊水道域における 1 月のプランクトン量(沈澱量)は北・中部域(主に内海系水で覆われている)では南部域・外海域(主に外海系水で覆われている)よりも多く、かつ、その主要生物群はコペポダである<sup>18)</sup>。また、近年の紀伊水道域におけるコペポダの分布調査<sup>19)</sup>によると、1 月のコペポダの分布密度は南部域よりも北・中部域が高くなっている。このように紀伊水道域では東京湾<sup>17)</sup>とやや異なり、餌料プランクトンは外海系水よりも内海系水の方がより豊富である。この餌料環境条件から考えて、不連続帯は紀伊水道域から餌料の乏しい外海域への魚卵・稚仔の流出・拡散をふせいでおり、魚卵・稚仔の生残りに好適な環境を与えているものと推察される。

### 謝 辞

本報告をまとめるにあたり、あたたかい御指導、御教示と原稿の御校閲を賜った長崎大学教授千田哲資博士、水産庁養殖研究所前大村支所長上田和夫博士、英文の御校閲をいただいた三重大学講師岩城俊昭博士に心から厚くお礼申し上げる。また、困難な海洋観測(魚卵・稚仔採集作業)に従事された当時の和歌山県水産試験場調査船「きい」、「わかやま」の調査員ならびに乗組員の各位に深謝する。

### 文 献

- 1) 堀木信男: 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—I, 出現種類と出現時期. 昭和 47 年度和歌山水試報告, 157-194 (1973).
- 2) 堀木信男: 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—II, 分布と出現量. 昭和 48 年度和歌山水試報告, 147-167 (1974).
- 3) 千田哲資: 西日本海域における魚卵・稚魚の分布の研究. 昭和 39 年度岡山水試臨時報告, 1-80 (1964).
- 4) 岡山水試: 瀬戸内海中央部における魚卵・稚魚の出現とその生態. 幼稚魚生態調査報告書, 1-85 (1964).
- 5) 水戸 敏: 瀬戸内海に出現する魚卵および稚仔魚の研究—II, 出現する種類. 内水研刊行物 C 輯, 4, 1-17 (1965).
- 6) 松田星二: 南西海区水域に出現する魚卵・稚仔魚の研究—I, 出現種類と出現期. 南西水研報告, 2, 49-84 (1970).
- 7) 堀木信男: 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, 1-9 (1976).
- 8) 堀木信男: 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, 170-177 (1979).
- 9) 竹内淳一: 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報告(その 2), 30-41 (1981).
- 10) 堀木信男: 紀伊水道およびその周辺海域における海域特性に属した魚卵稚仔の群集構成. 日水誌, 58, 1007-1013 (1992).
- 11) 南部豊揮, 千々波定雄, 竹田健一, 藤田忠勝: スズキの種苗生

- 産に関する試験—V, 水温, 衝撃がふ化に与える影響とふ化時の溶出物が仔魚に与える影響について, 昭和 49 年度熊本水試報告, 312-317 (1975).
- 12) 丹下勝義, 竹田文弥: アイナメ仔稚魚飼育における環境水温について, 兵庫水試報告, 10, 39-41 (1971).
- 13) 市榮 啓: 紀伊水道の海況 (1951 年), 中央気象台海洋報告, 2, 253-278 (1952).
- 14) 千田哲資: 稚魚網で同時に採集される魚卵・稚魚数とプランクトン量との関係について, 日生態会誌, 11, 221-224 (1961).
- 15) 田中祐志: 浮遊性魚卵・仔魚の比重変化と海況構造に関連した分布・移動, 学位論文, 京都大学, 京都, 1990, 1-72.
- 16) 中田英昭, 岩槻幸雄: 物質輸送過程との関連でみたスズキの再生産, 月刊海洋, 23, 199-203 (1991).
- 17) 岩槻幸雄, 中田英昭: 東京湾口におけるアイナメ科魚類の浮遊仔魚の輸送過程, 月刊海洋, 23, 204-207 (1991).
- 18) 堀本信男: 和歌山県沿岸海域におけるプランクトン沈澱量について, 昭和 50 年度和歌山水試報告, 131-138 (1975).
- 19) 吉村晃一: 紀伊水道におけるコペポダの分布について, 第 18 回南海区ブロック内海漁業研究会報告, 31-40 (1986).