

岩手県沿岸域におけるイカナゴ仔魚の出現, 分布,移動拡散*

北川大二**・山下洋***

Occurrence and Distribution of the Japanese Sand Eel, *Ammodytes personatus*, Larvae in the Coastal Waters of Iwate Prefecture*

Daiji KITAGAWA** and Yoh YAMASHITA***

Abstract

Spawning ground, occurrence and distribution of larvae of the Japanese sand eel, *Ammodytes personatus*, with reference to temperature and the abundance of food organisms were studied in the coastal waters of Sanriku, northeastern coast of Japan, from 1981 to 1985.

Yolk-sac larvae occurred from mid-January to early April, mainly from late January to late February. The distribution of the yolk-sac larvae suggests that the main spawning grounds were located in bays with a high degree of opening. Hatched larvae were transported to the south by the dominant southward coastal current while partially transported offshore by the dominant eastward wind. In the process of southward dispersion, larvae were also transported into bays having a low degree of opening. Bays, especially those having a low degree opening, rich in copepod nauplii and with smaller number of invertebrate predators originating from the Oyashio Current are thought to play an important role as nursery grounds. In contrast, offshore waters are considered to be inadequate for larval survival. From the relationship between temperature and larval distribution, and between temperature and commercial catch of juvenile and young sand eel (kounago shirasu), it was suggested that larval survival decreased at temperatures lower than 4 or 5°C.

1. 緒言

イカナゴ (*Ammodytes personatus* Girard) は九州から北海道にかけての沿岸域に広く分布し (HASHIMOTO, 1984), 漁獲量は年間10万~30万トンに達する重要な沿岸漁業資源である。東北地方太平洋岸では, 金華山以南に脊椎骨数 (尾部棒状骨を含む) 63の系群, 以北に65の系群が主に分布することが知られている。(HATANAKA and Okamoto, 1950; HASHIMOTO, 1984)。

岩手県沿岸では, 体長 25 mm~80 mm の稚幼魚“こうなご”を対象とした火光利用敷網漁業が4月から6月に, 成魚“めろーど”を対象とした抄網漁業が冬~初夏

に行われている。“こうなご”漁は岩手県沿岸の春季の重要な漁業であるが, その漁獲量は年変動が著しく, 1966年以降の岩手県内の宮古, 山田, 大槌, 釜石, 大船渡の主要5港の水揚量は最高の6,176トンから最低の72トンまで大きく変動した。そのため, 火光利用敷網漁業の経営は極めて不安定な状態にある。

著者らは, 岩手県沿岸におけるイカナゴの資源変動の要因を明らかにするため, 1981年からイカナゴの初期生態の調査を行ってきた。本稿では, 産卵期, 産卵場および仔魚の分布とそれらを取りまく無機・有機的環境要因について検討を行う。

2. 材料と方法

イカナゴ仔魚の採集は1981~1985年に岩手県水産試験場の調査船岩手丸(117トン)により行った。調査海域と調査点および調査方法は年により異なっている (Fig.

* 1986年5月23日受理

** 岩手県水産試験場 Iwate Prefectural Fisheries Experimental Station, Kamaishi, 026 Japan.

*** 東京大学海洋研究所 Ocean Research Institute, University of Tokyo, Nakano-ku, Tokyo, 164 Japan.

1, Table 1)。

(1) 1981・1982年

岩手県沿岸の中央部付近に位置する船越湾と大槌湾およびその沖合の海域で調査を行った。調査は沖合10カイリまでを基本とし、最大20カイリ (142°25'E) まで行った。採集方法は、口径 113 cm, 網目 0.33 mm のリングネットによる0~30 m 層の12分または15分間の傾斜曳きとし、沓水計により沓水量を求めた。標本は船上で5%中性ホルマリン溶液で固定した。1982年には、イカナゴ仔魚の主要な餌料である橈脚類ノブリス幼生を採集するために、全調査点でナンゼン採水器により水深5 m と 15 m 層から各 1 l の採水を行った。採水標本は船上で1%中性ホルマリン溶液で固定し、研究室において沈澱法により全量を 10 ml に濃縮して、倒立顕微鏡下

で幼生の全数を計数した。また兩年とも全調査点で表面水温を測定した。

(2) 1983年

岩手県北部の久慈湾から南部の門ノ浜湾まで、本県沿岸のほぼ全域に調査点を設定した。調査は北部(久慈湾~船越湾, 28点)と南部(船越湾~門ノ浜湾, 28点)に分けて、北部は2月から4月、南部は1月から3月に各3回行った。採集方法は上述のリングネットによる15 m 層の12分または15分曳きとした。各調査点で表面水温の測定とともに DBT による海底直上までの水温観測を併せ行った。

(3) 1984・1985年

1983年の調査においてとくに重点的に調査した久慈湾・野田湾周辺, 船越湾・大槌湾周辺および門ノ浜湾周辺

Table 1. Dates, areas and effort data for larval sand eel sampling in the coastal waters of Iwate Prefecture.

Date	Research area	No. of tows	No. of larval sand eel collected	Filtered volume (m ³)
19 Jan. 1981	Funakoshi-Otsuchi Bay	12	28	11,685
9 Feb.		14	5,187	8,768
9, 10 Mar.		16	922	7,922
30 Apr., 1 May		13	101	5,217
18 Jan. 1982	Funakoshi-Otsuchi Bay	4	2	2,364
27, 28 Jan.		14	10,763	7,605
8, 9 Feb.		14	2,179	7,706
22, 23 Feb.		17	1,513	8,437
8, 9 Mar.		14	2,710	8,908
12, 13 Apr.		14	112	5,026
24-26 Jan. 1983	Funakoshi-Kadonohama Bay	28	177	20,776
7-9 Feb.	Kuji-Funakoshi Bay	28	11,439	15,882
22-24 Feb.	Funakoshi-Kadonohama Bay	28	11,070	18,628
7-9 Mar.	Kuji-Funakoshi Bay	28	12,851	20,262
15-17 Mar.	Funakoshi-Kadonohama Bay	28	2,735	21,508
11-13 Apr.	Kuji-Funakoshi Bay	28	429	7,127
8, 9 Feb. 1984	Kuji-Noda Bay	14	3,721	10,487
10 Feb.	Kadonohama Bay	8	729	4,970
13 Feb.	Funakoshi-Otsuchi Bay	8	1,259	5,852
5, 6 Mar.	Kuji-Noda Bay	14	1,486	10,571
7 Mar.	Funakoshi-Otsuchi Bay	8	248	6,879
8 Mar.	Kadonohama Bay	8	31	6,538
4, 5 Feb. 1985	Kuji-Noda Bay	14	701	14,433
5, 6 Feb.	Funakoshi-Otsuchi Bay	8	538	8,001
6, 7 Feb.	Kadonohama Bay	8	324	7,715
1 Mar.	Kadonohama Bay	8	50	5,615
4, 5 Mar.	Kuji-Noda Bay	14	859	11,140
5, 6 Mar.	Funakoshi-Otsuchi Bay	8	84	7,106

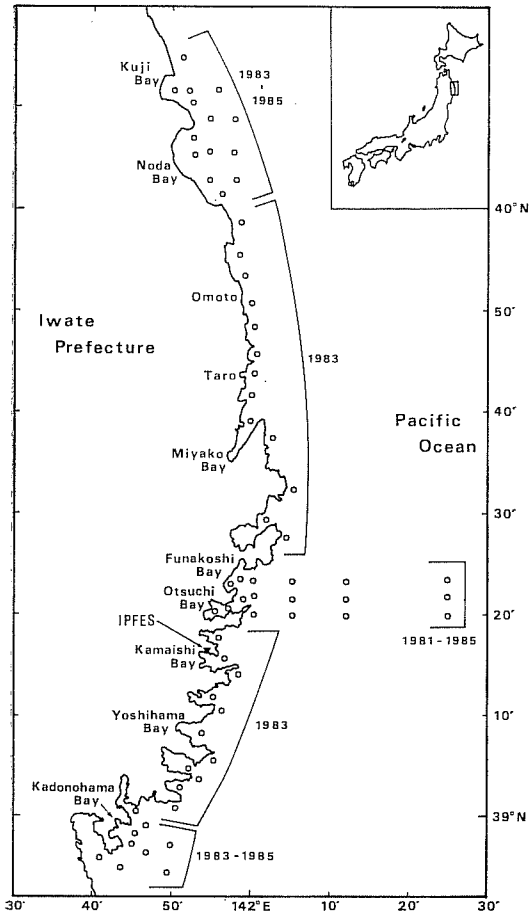


Fig. 1. Location of sampling stations. Numerals in figure show the year of sampling. Solid triangle indicates the station where temperature measurements were taken by Iwate Prefectural Fisheries Experimental Station (IPFES).

の3海域の合計30点で2月と3月に各1回採集を行った。調査方法は1983年と同じである。

なお、体長はすべて脊索長または標準体長で示した。

3. 結果

(1) 仔魚の出現

1981年から1985年までの船越湾湾口部における前期仔魚分布密度の時期による変化を Fig. 2 に示した。

前期仔魚は1月中旬から4月上旬まで出現し、仔魚密度は1月下旬～2月に最高となった。ふ化後卵黄吸収が完了するまでの日数が水温 6.5°C の条件下で 7～12 日であること (YAMASHITA and AOYAMA, 1985), およ

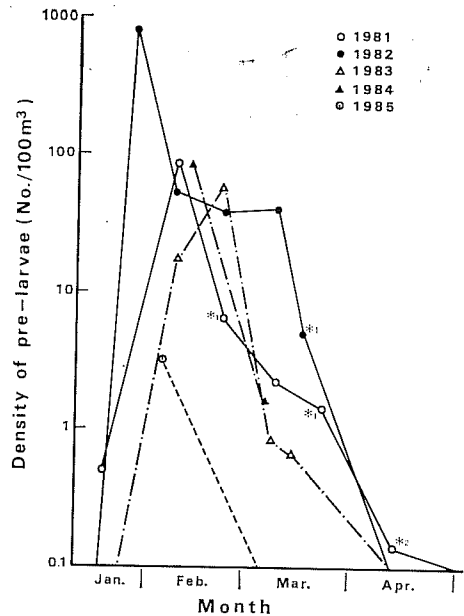


Fig. 2. Monthly changes of prelarval sand eel density at the mouth of Funakoshi Bay. Asterisks indicate additional sampling using MTD net (#1) or 113 cm-ring net (#2).

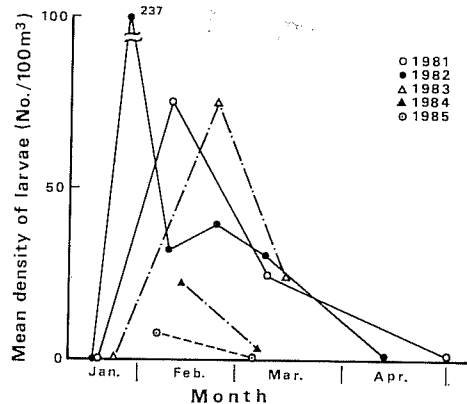


Fig. 3. Monthly changes of the mean density of larval sand eel in Funakoshi Bay, Otsuchi Bay and their adjacent waters.

び調査期間とサンプリング間隔とを考慮すると、ふ化の盛期は1981年と1982年は1月下旬～2月上旬、1983年は2月中旬と考えられる。また、1984・1985年は調査回数が少ないが3月には前期仔魚が減少しており、ふ化の盛期はほぼ同時期と推測される。

前・後期あわせた仔魚全体の密度は1月下旬から2月

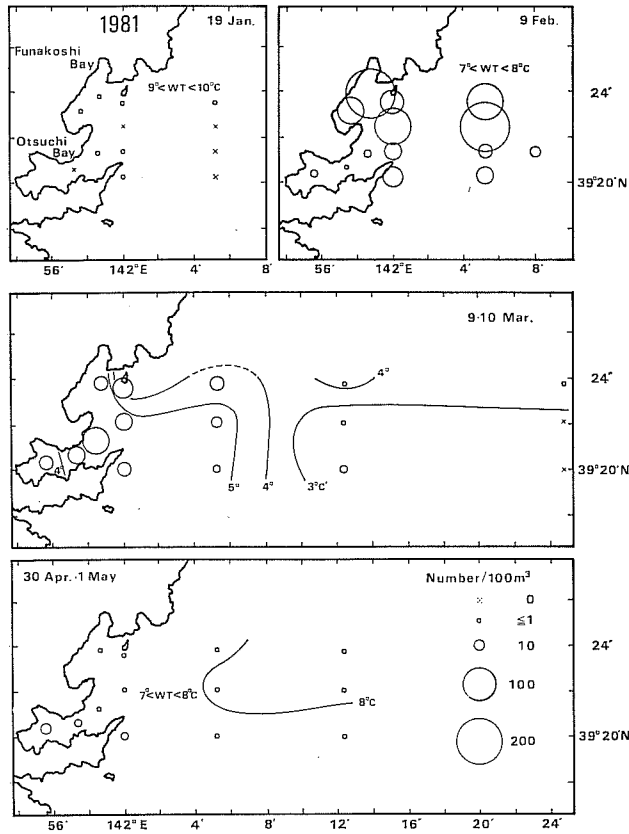


Fig. 4. Temporal and spatial distribution of larval sand eel and surface water temperature in the waters of central Iwate Prefecture in 1981.

にかけて最も高くなり、その後は徐々に減少した (Fig. 3)。仔魚出現量の最高値は各年とも前期仔魚の最高値と対応しており、本海域が大きな産卵場であることがわかる。3月以降仔魚密度は減少するが、これは減耗の外に、仔魚の成長に伴うネット逃避能力の増大も大きな原因と考えられる。

(2) 産卵場と仔魚の移動拡散

船越湾・大槌湾とその沖合で詳細な調査を行った1981年と1982年の結果を Figs. 4, 5 に示す。両年の仔魚の出現状況は次の4段階に分けられた。

- ① 1月中旬の調査では、両年とも仔魚はごくわずかししか採集されず、ふ化期の初期と考えられる。
- ② 1月下旬から2月上旬に仔魚は最も多く採集され、前述のようにこの時期が、ふ化の盛期と考えられた。両年ともふ化仔魚は船越湾内や湾口部周辺に大量に出現し、大槌湾内や沖合では少なかった。

- ③ 2月下旬から3月になると、前期仔魚の割合は激減した。仔魚の一部は沖合へ拡散して、1981年には距岸20カイリの海域にも出現したが、1982年には4°C以下の冷水が沿岸に接近し、仔魚は沖合ではほとんど認められなかった。一部は大槌湾内にも輸送され、同湾内の仔魚密度が増加した。

- ④ 4月以降は大槌湾内の仔魚密度が最も高く、同湾が仔魚の主要な分布域となった。

1983年には岩手県沿岸のほぼ全域で調査を行った (Figs. 6, 7)。仔魚の出現状況は基本的には前記の4段階と一致した。前期仔魚が大量に採集された2月の仔魚の分布から、主な産卵場は北部では久慈から小本に至る海域、中部では船越湾、南部では門ノ浜湾周辺と推測された。3月の調査では2月に比べ密度が急激に低下したが、主産卵場と考えられる久慈湾、野田湾、船越湾、門ノ浜湾周辺のほか宮古湾などに仔魚が集中的に分布する

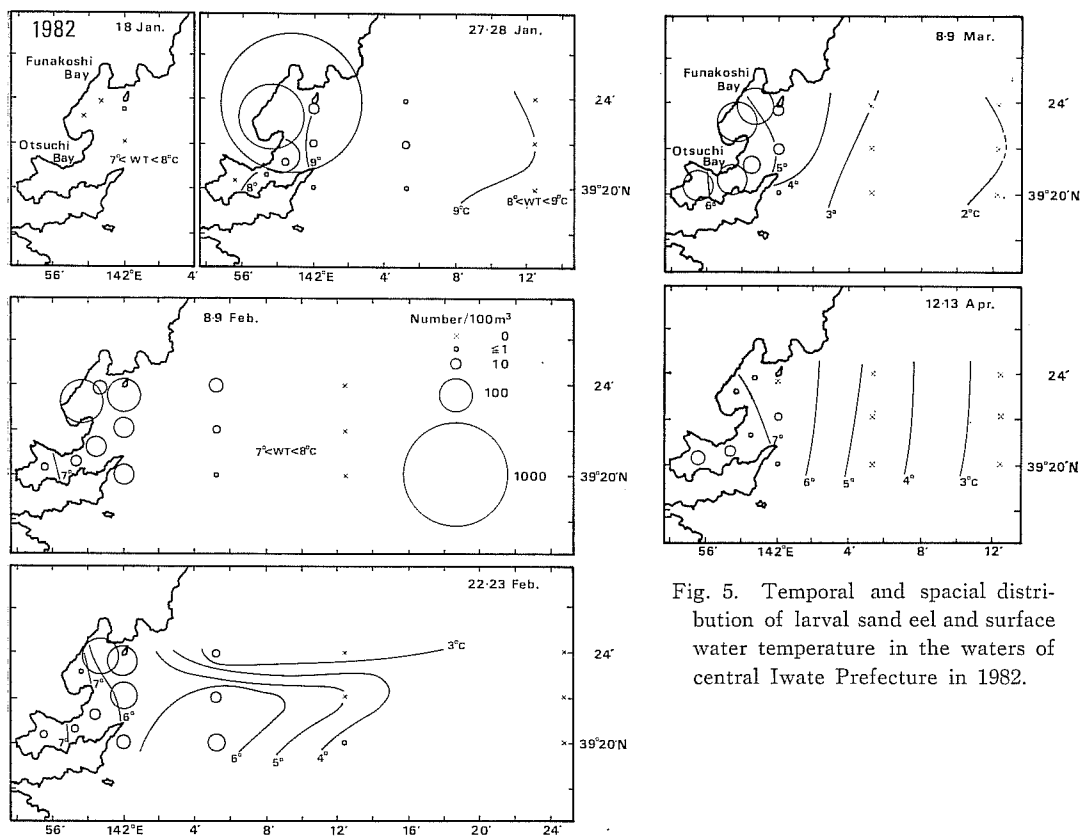


Fig. 5. Temporal and spatial distribution of larval sand eel and surface water temperature in the waters of central Iwate Prefecture in 1982.

傾向がみられた。

1984・1985年には、主産卵場と推定された久慈・野田湾、船越湾、門ノ浜湾の3海域を中心に調査を行った。仔魚の分布様式は湾内から湾口部で多く沖合で少ないという従来と同様の傾向を示した。しかし、岩手県水産試験場の定地水温観測記録（釜石湾湾奥0.5m層、毎日午前10時測定、Fig. 1参照）によると、1984年(2月5.5°C, 3月4.3°C)、1985年(2月5.9°C, 3月5.3°C)の水温は1981~1983年の平均水温(2月7.8°C, 3月6.2°C)と比較するとかなり低かった。この兩年には、仔魚の分布密度も前3年と比較すると著しく低かった(Fig. 3)。

5年間継続して調査を行った船越・大槌湾海域では、産卵場は開放性が高い船越湾であり、ふ化した仔魚は徐々に奥行きのある大槌湾へ輸送され、3月以降大槌湾が成育場となる傾向が5年を通して認められた。また、沿岸全域においても、開放性の強い湾が主な産卵場となり、ふ化した仔魚の一部は沖合へも拡散するが、稚仔魚の成育場は湾内に形成される傾向が明瞭であった。

Fig. 8には沖合20カイリまで調査した1981年3月9・10日の船越・大槌湾とその沖合海域における仔魚の体長組成を示した。産卵場と考えられる船越湾と南に隣接する大槌湾湾口部の体長組成は酷似していたのでまとめて示した。これら両海域とその沖側の142°E線上の海域では、体長4.5mm以下の前期仔魚の割合が高いが、沖合に離れるにつれてこれら小型仔魚が採集されなくなる。また、大槌湾の湾中部・湾奥部では体長の最頻値が5~5.5mmにあり、船越湾や大槌湾湾口部に比べて前期仔魚が少ない。このような体長組成は前述の仔魚の産卵場から沖合への拡散および大槌湾内への輸送を明瞭に反映していると考えられる。

(3) 橈脚類ノープリウス幼生の分布

船越湾周辺海域における1982年1~4月の橈脚類ノープリウス幼生の水平分布をFig. 9に示す。

イカナゴ仔魚の主なふ化期である1月末から2月のノープリウス幼生の密度は低く、全採集点の平均密度は1月27・28日に9.6個体/L, 2月8・9日に9.7個体/L, 2

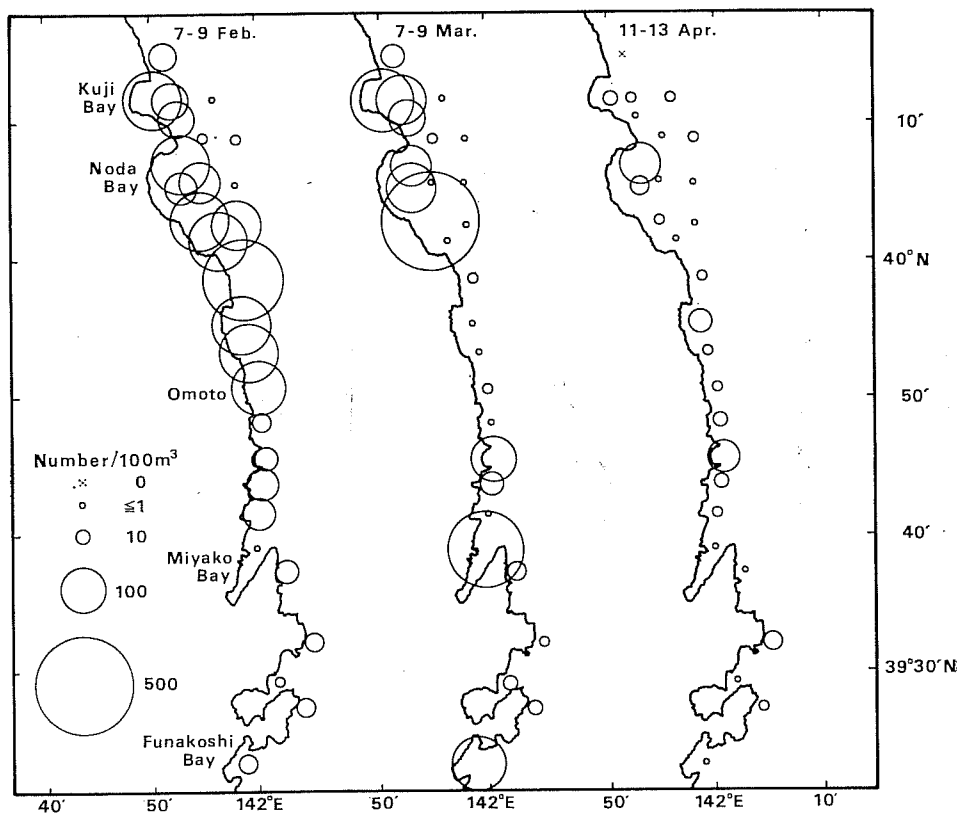


Fig. 6. Temporal and spacial distribution of larval sand eel in the waters of northern Iwate Prefecture in 1983.

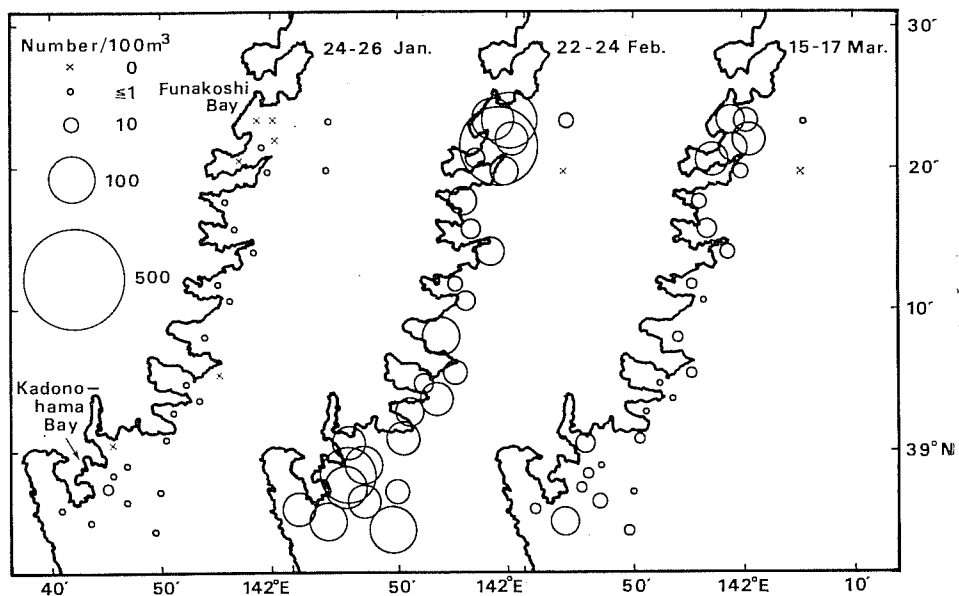


Fig. 7. Temporal and spacial distribution of larval sand eel in the waters of southern Iwate Prefecture in 1983.

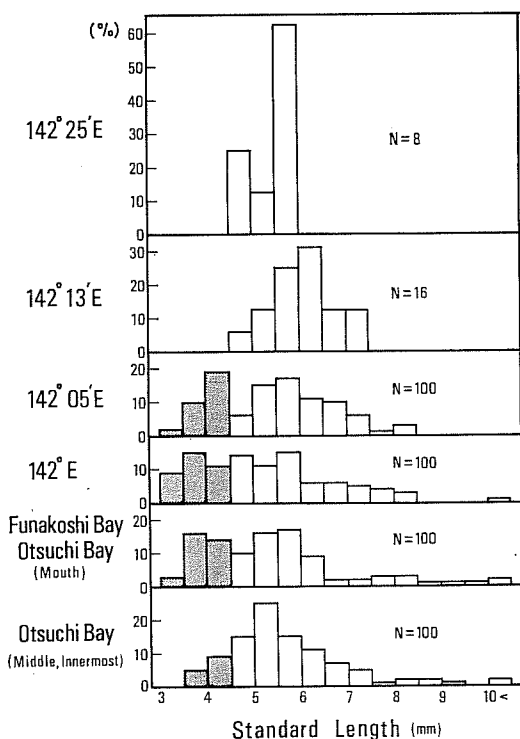


Fig. 8. Length frequencies of sand eel larvae collected in the waters of central Iwate Prefecture in 1981.

月 22・23日に 11.1 個体/l であった。この時期には湾内よりも沖合でわずかに密度が高い傾向がみられた。3月 8・9日の調査では平均 11.4 個体/l で 2月とはほぼ変化がなかったが、大槌・船越湾内の密度は 2月よりもやや高い 14.9 個体/l であった。4月 12・13日の調査では、全調査点でノープリウス幼生の密度が増加し、平均 56.5 個体/l となり、大槌・船越両湾内ではとくに高く平均 81.3 個体/l であった。3~4月のイカナゴ仔魚の分布域は湾内およびごく沿岸域であり、これは餌生物の高密度分布域とよく一致した。

(4) 仔魚の分布と水温

調査を行った 1981~1985 年のイカナゴ仔魚密度と分布水温との関係を、冷水が出現する 3月について Fig. 10にまとめた。

1981~1983 年には 50 個体/100 m³ 以上採集されたのはすべて 5°C 以上の海域であり、1例を除き 4°C 以下の海域では仔魚密度は 3 個体/100 m³ 以下であった。水温が低かった 1984・1985 年には、4°C 以下の海域においてもやや高い仔魚密度が認められたが、全体としては、

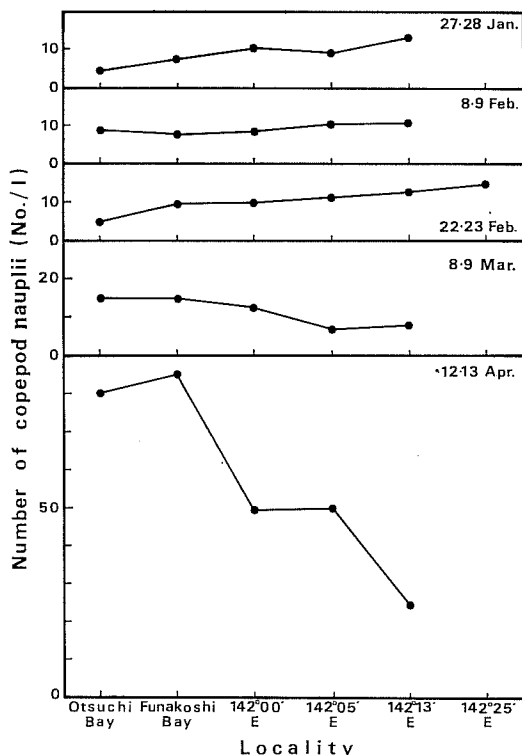


Fig. 9. Temporal and spatial distribution of copepod nauplii in the waters of central Iwate Prefecture in 1982.

仔魚の高密度分布域は水温の高い海域に認められ、低温域では密度が低い傾向が明らかである。

このように低水温域で密度が低いのは、仔魚密度が低い沖合ほど親潮系冷水の影響を強く受けて水温が低いことも一因である。しかし、湾内も含め全域が低水温で経過した 1984・1985 年の仔魚密度は 1981~1983 年に比べて著しく低い (Fig. 3)。しかも、異常な冷水年であった 1984 年には、前期仔魚の密度が前年とほぼ同程度 (Fig. 2) であったにもかかわらず、後期仔魚も含めた仔魚全体の密度は非常に低く (Fig. 3)、生残が極めて悪かったことが示唆されている。

4. 考 察

YAMASHITA and AOYAMA (1985) は、産卵からふ化までの日数と水温との関係、産卵親魚の出現および今回報告した前期仔魚の出現状況から、岩手県沿岸におけるイカナゴの産卵期を 12月下旬から 1月末までと推定した。これに対し、宮城県沿岸における本種の産卵期は、脊椎骨数 63 の系群では 12月下旬~1月上旬、岩手県沿岸

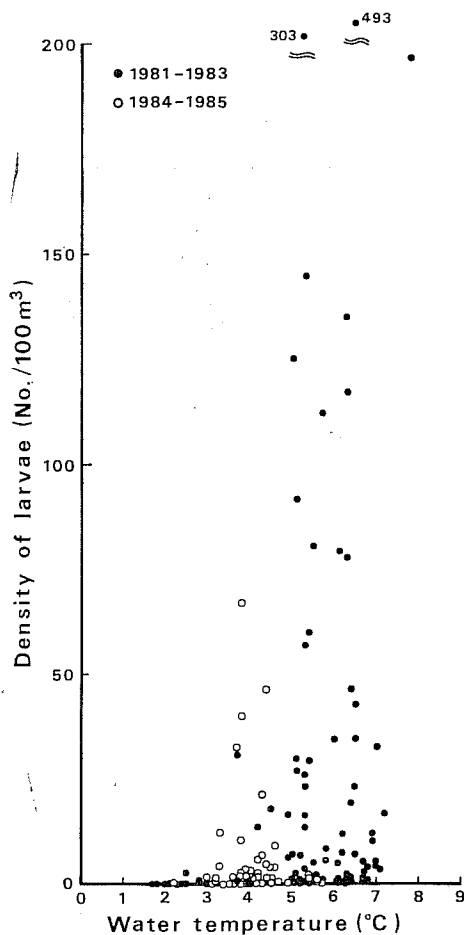


Fig. 10. Relationship between the surface water temperature and the density of sand eel larvae in March, 1981-1985.

産と同じ65の系群では1月下旬～2月中旬と報告されている(児玉, 1980)。これによると宮城県沿岸の65系群の産卵期は岩手県沿岸よりも約1カ月遅れていることになる。しかし、児玉(1980)が産卵期推定の根拠とした65系群の生殖腺指数の時期的変化をみると、12月中・下旬にすでに指数の高い個体がみられ、2月上旬には指数が激減している。このことから、宮城県における65系群の産卵も岩手県同様12月中に開始され、1月下旬にはほぼ終了すると考える方が妥当であろう。

本調査において、前期仔魚が久慈湾、野田湾、船越湾、門ノ浜湾といった開放性の強い湾を中心に出現し、これらの湾の砂または砂礫質の浅海底(浜田, 1966; 関口, 1977; 児玉, 1980)が主産卵場となっていることが推測された。

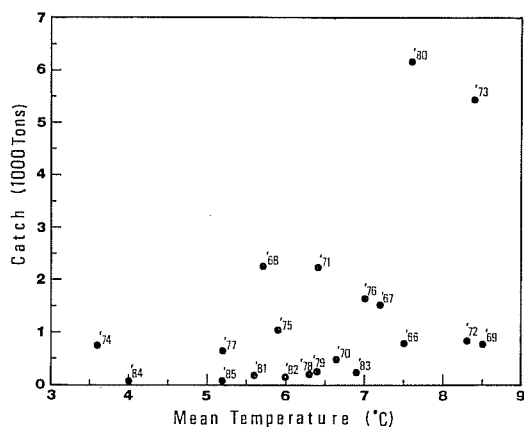


Fig. 11. Relationship between annual commercial catch of juvenile and young sand eel in Iwate Prefecture and mean temperature of three lowest periods of 10 days in March and April measured in the head of Kamaishi Bay.

ふ化した仔魚は、昼間浅層、夜間深層という日周鉛直移動を行い、その移動距離は成長とともに大きくなる(YAMASHITA *et al.*, 1985a)。この過程で仔魚の一部はこの季節に卓越する強い西風に伴う表層水の沖合への輸送により沖合へ拡散され、他の一部は沿岸で卓越する南下流により沿岸を南下しつつ、閉鎖性の強い湾の内部へも輸送されると考えられる。イカナゴは体長20mmに達すると本種特有の行動である潜砂を行うようになる(元田ほか, 1950)。しかし、水深の深い沖合では潜砂行動は困難であろう。また、当海域のイカナゴ仔魚の重要な捕食者と考えられる端脚目の *Parathemisto japonica* が沖合に多数分布しており(YAMASHITA *et al.*, 1984, 1985b)、沖合域はイカナゴ幼期の成育場としては好適とはいえない。これは、沖合域には成長した大型の仔魚が出現しないこと(Fig. 8)からも支持される。

また、後期仔魚の主要な餌料である橈脚類ノープリウス幼生の個体数は、3月以降湾内において急激に増大することが明らかになった(Fig. 9)。

以上のことから、本種の仔稚魚期の生育場として、当海域では湾内、とくに *P. japonica*, *Euphausia pacifica*, *Sagitta elegans* といった親潮系の仔魚捕食者(YAMASHITA *et al.*, 1984, 1985b; THEILACKER and LASKER, 1974; KUHLMANN, 1977)の分布が少ない開放性の弱い湾が適しており、このような湾内へ輸送された仔魚は、遊泳力が備わるにつれて餌料の豊かな湾内に能動的にとどまるようになるものと考えられる。一方、“こうなご”

漁場は湾口部を中心に湾外のごく沿岸部にも形成される。このことから、稚魚期(鱗条数は体長 23 mm 前後で定数に達する)に入ると、本種は遊泳力の増大に伴って再び生活域を湾外の沿岸域へ広げていくことが推測される。

本調査を通じて、低水温ではイカナゴ仔魚の生き残りが良くないことが推測され、本種仔魚の生息適水温の下限が 4~5°C にあることが示唆された。過去 20 年間の岩手県の“こうなご”漁獲量と定地水温における 2・3 月の最低から 3 旬の旬平均水温の平均との関係を見ると、好漁は高水温年に現れ、平均 5.5°C 未満の年には 1,000 トンを越える漁獲はなかったことがわかる (Fig. 11)。

ところが宮城県沿岸ではこれとは逆に“こうなご”漁獲量と水温との間には負の相関が報告されている(児玉, 1980)。これは岩手県沿岸の水温がイカナゴ仔魚の生息適水温帯の低温側に、宮城県沿岸、とくにイカナゴの主成育場である仙台湾では高温側にあることを示唆するものかもしれない。

岩手県沿岸では、親潮の強勢は仔魚期初期の重要な捕食者である *P. japonica*, *E. pacifica*, *S. elegans* 等の沿岸への接近を早め、仔魚はより小さい時期にこれら捕食者と遭遇することになり、被捕食による減耗は増大するであろう。一方、宮城県では高水温年には黒潮系暖水の影響を受けている場合が多く、このような年にはイカナゴ稚仔魚の捕食者であるマサバ、ぶり類、スルメイカ幼魚等の来遊が早くなる(児玉, 1980)といわれており、両海域でイカナゴに対する高い捕食圧が異なった温度条件下で作用している可能性が示唆される。

近年、親潮第一分枝の南下が著しく、その勢力は冬・春季には茨城県沿岸にまで達し、親潮の南下に対応して福島、茨城両県ではイカナゴの豊漁が続いている(二平, 1986)。一方、岩手県では 1977 年以降、温暖であった 1980 年を除き不漁が続ぎ、特に 1984・1985 年は近年例をみない不漁であった。これは、親潮の消長が主に水温変動を通して東北沿岸のイカナゴ漁況に多大な影響を与えていることを示すものと考えられ、本研究で示唆されたイカナゴ仔魚の生息適水温帯と資源変動との関連性については、実験的な手法も含めて今後さらに研究を進める必要がある。

最後に、この研究に終始有益な助言をいただいた水産大学校青山恒雄校長、東京大学海洋研究所沖山宗雄教授、川口弘一助教授、海上での調査に御協力いただいた及川康也船長はじめ岩手丸乗組員の諸氏に心から感謝します。

文 献

- 浜田尚雄 (1966) 播磨灘, 大阪湾におけるイカナゴ発生量変動に関する研究—I. 親魚の年令組成との関係. 日本水産学会誌, **32**, 393-398.
- HASHIMOTO, H. (1984) Population structure of the sandeel around Japan. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., **50**, 1357-1365.
- HATANAKA, M. and R. OKAMOTO (1950) Studies on populations of the Japanese sand lance (*Ammodytes personatus* Girard). Tohoku J. Agri. Res., **1**, 57-67.
- 児玉純一 (1980) 宮城県沿岸に生息するイカナゴの系群構造と資源生態. 宮城県水試研報, **10**, 1-41.
- KUHLMANN, D. (1977) Laboratory studies on the feeding behaviour of the chaetognaths *Sagitta setosa* J. Müller and *S. elegans* Verrill with special reference to fish eggs and larvae as food organisms. Meeresforsch., **25**, 163-171.
- 元田 茂・飯塚 篤・黒萩 尚 (1950) 北海道沿岸に來遊するイカナゴ幼魚の生態調査第一報 漁期水温, 漁期のプランクトン相, 潜砂習性, 魚群体長組成, 成長度. 北海道水試研報, **7**, 46-54.
- 二平 章 (1986) 異常漁況, 親潮水域. 水産海洋研究会報, **50**, 132-137.
- 関口秀夫 (1977) 伊勢湾のプランクトン食性魚イカナゴの摂餌について. 日本水産学会誌, **43**, 417-422.
- THEILACKER, G.H. and R. LASKER (1974) Laboratory studies of predation by shrimps on fish larvae. In, The Early Life History of Fish, ed. J.H.S. BLAXTER, Springer-Verlag, Berlin, 287-299.
- YAMASHITA, Y. and T. AOYAMA (1985) Hatching time, yolk sac absorption, onset of feeding, and early growth of the Japanese sand eel *Ammodytes personatus*. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., **51**, 1777-1780.
- YAMASHITA, Y., T. AOYAMA and D. KITAGAWA (1984) Laboratory studies of predation by the hyperiid amphipod *Parathemisto japonica* on larvae of the Japanese sand-eel *Ammodytes personatus*. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., **50**, 1089-1093.
- YAMASHITA, Y., D. KITAGAWA and T. AOYAMA (1985a) Diel vertical migration and feeding rhythm of the larvae of the Japanese sand-eel *Ammodytes personatus*. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., **51**, 1-5.
- YAMASHITA, Y., D. KITAGAWA and T. AOYAMA (1985b) A field study of predation of the hyperiid amphipod *Parathemisto japonica* on larvae of the Japanese sand eel *Ammodytes personatus*. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., **51**, 1599-1607.