

# イシガレイの生態に関する研究—I.

## 0年魚群の成長と生息場

高 越 哲 男・秋 元 義 正

### Studies on the Ecology of the Flatfish, *Kareius bicoloratus* - I.

#### Growth and Habitat of the Fingerling Group

Tetsuo TAKAGOSHI and Yoshimasa AKIMOTO

#### ま え が き

イシガレイは、主に沿岸船曳網および沿岸刺網により漁獲される。福島県では、ここ数年間、年間2,000ton以上の水揚高が記録され、沿岸漁業の重要魚種の1つである。

本種の稚魚は、仙台湾に面した松島湾・松川浦等の沿岸、陸奥湾の沿岸、あるいは香川県志度湾に注ぐ河川の河口域に生息していることが確認されている<sup>1)~3)</sup>。稚魚は、これらの場で成長し、成長に伴ってより深い海域へ移動するとみられている。今回、0年令イシガレイ群の1年間の成長過程と各発育段階の生息場について若干の知見を得たので報告する。

資料は、主に1972~1974年太平洋北区栽培漁業漁場資源生態調査を通じて得た。調査と報告書をまとめる際に御協力を頂いた福島県水産試験場増殖部および松川浦分場の各員に厚く御礼申し上げる。

#### 材 料 お よ び 方 法

1972年4月から1975年4月までに、福島県の太平洋沿岸海域、漁港内、および松川浦内(図1)から、釣り、すくい網、投網、二人用小型地曳網等により採集した個体約1,450尾、餌料用エビの漁獲を目的とした小型船曳網(通称餌料曳網)および小型船曳網漁業等により漁獲した個体約940尾、総計約2,390尾について大きさを測定した。1972年9月に松川浦内から採集した個体、1975年3月24日に久の浜漁港市場で調査した個体、同年4月8日に四倉漁港市場で調査した個体の一部は、全長のみを測定した。これらの体長は、次式により算出した。

$$\text{体長} = 0.840 \times \text{全長} - 0.035$$

この式は、1973年4月19日から9月26日にかけて、松川浦内、原釜港内、請戸港内、本県北部海域から得た体長1cm台から20cm未満の個体139尾の体長と体重から最小自乗法により出した。

一部の個体について、耳石(左側)の輪紋数、最大長径、各輪紋径を調べ、年令を査定した。

## 結 果

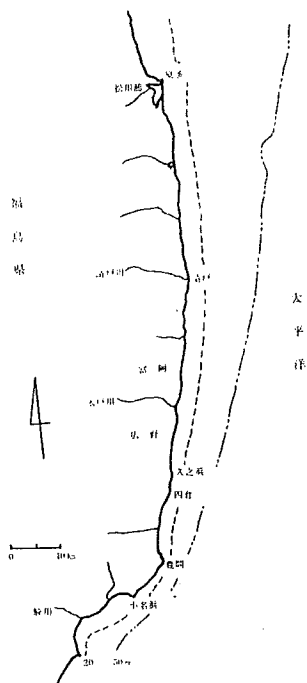


図1. 福島県太平洋沿岸の概略図

1月28日に、請戸港内から体長 $1.20\sim 1.35\text{ cm}$ のイシガレイ稚魚を10数尾採集することができた。全て変態期の個体であり、ほとんどの個体は、左眼が正中線上に位置していた(図2, 3)。これらは、夜間船上から探照灯の明りを照らした海面に泳いで来た個体である。2月19日と21日豊間港内からネット曳きにより平均体長 $1.43\text{ cm}$ (巾 $1.15\sim 2.20\text{ cm}$ )の稚魚34尾を採集した。底生生活に移行した個体とみられるが、小型の個体では左眼がほぼ正中線上に位置していた。夜間、海面に探照灯の明りを照らすことによっても、左眼が正中線上にある個体から左眼が右体側にほぼ完全に移行した個体を採集した。3月13日(干潮時)には、請戸港内からすくい網により先月と同様の大きさ、平均体長 $1.41\text{ cm}$ ( $1.15\sim 2.45\text{ cm}$ )の稚魚を非常に沢山採集することができた。変態完了前の個体が多かった。しかし、左眼は、一部の個体でほぼ正中線上に位置していたが、ほとんどの個体では右体側への移行を完了していた。これらの稚魚は、すくい網や手にベトつく軟泥がある場に生息していた。軟泥のある直径数

$m$ のやや凹んだ場からは容易に多数の稚魚を採集することができた。

4月19日(干潮時)に、松川浦内から平均体長 $2.35\text{ cm}$ ( $1.30\sim 3.40\text{ cm}$ )の稚魚を多数採集した。ほとんどの個体の変態を完了しており、干潟および波打際に多数集まっていた。4月には、この他に多くの港内で調査を行なったが、各地点ともほぼ同じような組成であった。5月9日(干潮時)には、請戸港内の砂質の場から平均体長 $2.86\text{ cm}$ ( $1.75\sim 4.35\text{ cm}$ )の稚魚を多数採集した。6月19日(干潮時)には、松川浦内の浅瀬一帯から平均体長 $3.91\text{ cm}$ ( $2.75\sim 4.8\text{ cm}$ )の個体を採集した。前日、原

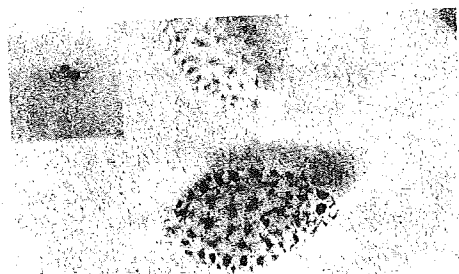


図2. 昭和50年1月28日に請戸港内から採集した底生移行期のイシガレイ稚魚  
左眼が、ほぼ正中線上に位置する。左上の図は、正面図。

釜港内から松川浦内のものより大きい、平均体長 5.42 cm (4.25~6.80 cm) の稚魚が若干数得られた。又小名浜港外水深 11.5 m の砂泥質の海域からは、同月 6 日に平均体長 4.72 cm (3.75~5.9 cm) の稚魚 90 尾が餌料曳網により捕獲された。以上のように 6 月においては、場によって稚魚の組成にかなりの差が見られた。場による差はこれ以降更に大きくなる(図 10)。

松川浦等の浅瀬では、7 月以降生息尾数が減少する。又これと共に稚魚の游泳力が強くなるために、すくい網では採集しづらくなる。7 月から 9 月にかけて、本県北部の水深 20 数 m 以浅海域から餌料曳網漁業に混獲された個体について調査した(図 4, 5)。

7 月 1 日から 24 日にかけて、体長 5~7 cm 台の群を主体とする体長 4 cm 以上 16 cm 未満の個体 196 尾が採集された。このうち明らかに 0 年魚群とみられる体長 11 cm 未満の個体 192 尾は、平均体長 6.82 cm であった。8 月 13 日から 28 日にかけては、体長 8~10 cm 台の群を主体とする体長 6 cm 以上 15 cm 未満の個体 245 尾が採集された。全個体が 1 つの組成に含まれており、平均体長は 9.42 cm であった。7 月上旬・中旬から下旬にかけて、更に 8 月にかけてこの海域で成育しているようである。しかしながら、9 月においては、1 日から 26 日にかけて採集された個体 80 尾は、平均体長 9.76 cm (6 cm 以上 13 cm 未満) であり、体長 9~10 cm の群が主体をなしていた。この組成は、8 月下旬のものほとんど差が認められない。

海域別にみると(図 6)、7 月は新地から磯部にかけて各地先から採集された。又、水深 5 m 海域からの採集が多かった。8 月は原釜と今泉沖の水深 10~20 m 海域から多くの稚魚が採集された。

一方、9 月の松川浦には、比較的深い場に体長 10 cm 前後から 15 cm 台の、前述の外海に生息する個体と同様な個体が生息していた。しかし、干潮時水深 1 m 以浅の浅瀬一帯にも、量的には 6 月以前に比べて非常に少ないが、体長 3 cm 台から 7 cm 前後の個体が生息していた(図 3, 10)。

10 月下旬に、本県沖水深 40~60 m 海域から体長 11.7~17.3 cm (平均体長 14.9 cm) の 0 年魚群が、小型船曳網により漁獲された。耳石の成長期

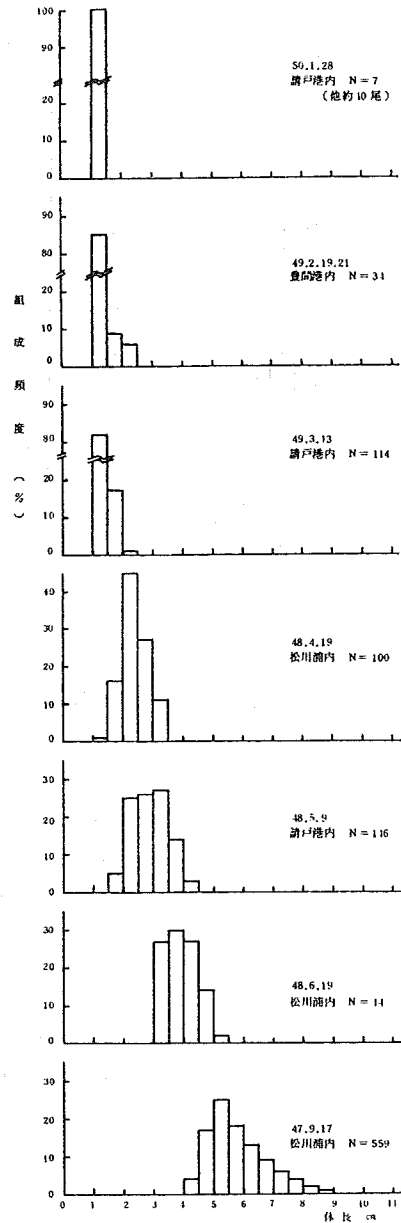


図3. すくい網、小型地曳網等により、主に干潮時、水深約1 m以浅の浅瀬で捕獲したイシガレイの体長組成

稚魚は、2月から6月頃までこのような場を中心に生活する。しかし9月においても一部の成長の悪い個体が生息する。(9月17日、松川浦内捕獲個体内、体長6~7 cm以上の個体の多くは、より深い場から釣りにより捕獲した。)

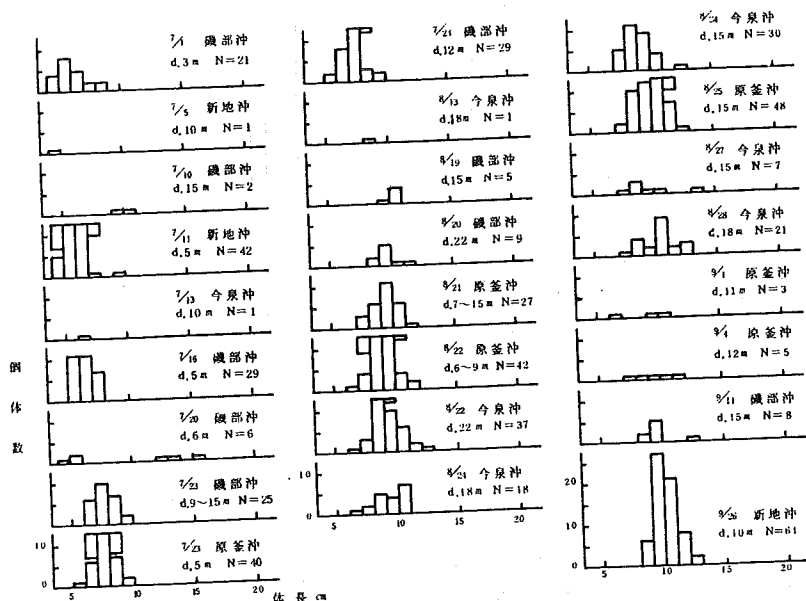


図4. 昭和48年7月～9月にかけて、福島県北部海域で餌料曳網漁業に混獲されたイシガレイの体長組成 この3か月間、この海域に多数生息していたと思われる。

から休止期への移行が9月から10月にある<sup>1)</sup>が、この調査では満1年魚が2輪紋耳石であるのに対して、0年魚の個体は、この時期が耳石輪紋(透明帯)形成期とみられ、透明帯が耳石外縁にわずかに認められる1輪紋耳石の個体と透明部が認められない0輪紋耳石の個体から構成されていた(図7)。11月上旬、小名浜港から釣りにより捕獲した個体35尾は、体長10.3～17.3 cm(平均体長13.0 cm)であった。満1年の12月には、本県沖合の水深15～20 m海域から、体長10～13 cmの個体、あるいは体長12～19 cmの個体が捕獲されており、水深60 m海域から体長20 cm以下の満1年魚が漁獲された(図8)。

3月24日に水深20 m海域から餌料曳網により捕獲された個体15尾は、体長12.9～17.6 cm(平均体長14.5 cm)であった。4月8日に水深60～68 m海域から小型底曳網により漁獲された個体のうち、耳石の調査から満1年魚とみられた15尾は、体長21 cm以下であった。市場で全長を測定した個体のうち計算体長20.8 cm以下の個体105尾は、平均計算体長14.6 cmと算出された(図9)。

1973年5月から9月、1974年10月と12月に、請戸港内、松川浦内、本県沖の海域から捕獲した体長4 cm台から21 cm台の94個体の体長と体重の関係について、最小自乗法により次式が得られた。

$$\text{体重} = 0.0222 \times \text{体長}^{2.982}$$

## 討

## 論

本種の主産卵場は、福島県請戸以北の水深約30 mの海域にあるとみられている。又、産卵は、12月10日頃からであるが、その盛期は12月20日頃から翌年1月20日頃までの約1か月間であるとみられている。

今回の調査で、変態期の稚魚が1月下旬から4月中旬過ぎにかけて採集されたが、底生生活への移行は、主として2~3月に行なわれているとみられた。得られた最小型の稚魚は、体長1.15~1.20 cmであったが、藤本・他(1973)<sup>3)</sup>も香川県志度湾に注ぐ河川の河口域において同様な最小型の稚魚を採集したと報告している。1月下旬は、底生生活への移行開始期とみられるが、1月28日に採集された個体は、産卵開始期の12月10日に産卵されたものとする、受精後49日目のものである。受精後約50日で体長1.15~1.20 cmに成長し底生生活に移行し始めるようである。この日数は、水戸・他(1969)<sup>4)</sup>が孵化仔魚の飼育で得た孵化後47日(受精後50.5日)で全長14.40 cm、体長11.88 cmになるという結果とほぼ一致する。

この大きさの稚魚は、左眼がほぼ正中線上に位置するが、この发育段階から眼がほぼ完全に移行した稚魚が、夜間、光を照射した海面に泳いで来た。このことは遊佐(1972)<sup>5)</sup>が既に指摘している。

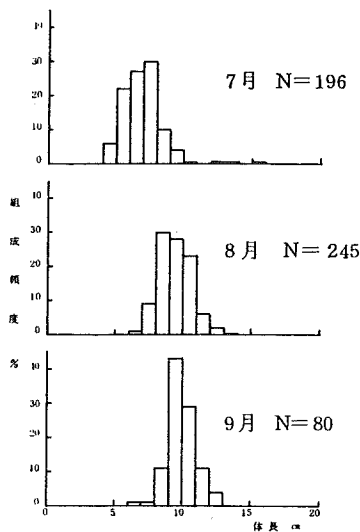


図5. 昭和48年7月~9月に、福島県北部海域で餌料曳網漁業に混獲されたイシガレイの各月の体長組成  
7月から8月にかけてこの海域で大きく成長している。

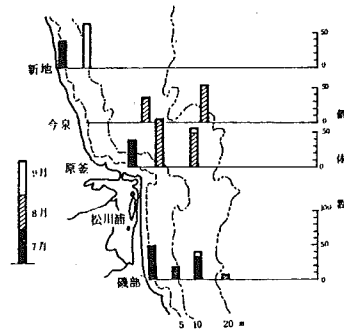


図6. 昭和48年7月~9月に、福島県北部海域で餌料曳網漁業に混獲されたイシガレイの月別・海域別個体数

7月は水深5 m海域から、8月は水深10~20 m海域から多く混獲された。

しかし、遊佐は体長0.8 cmあるいは0.9 cm台の変態開始直後のものから明瞭な透光性を示すと述べたが、著者等は体長1.15~1.20 cmより小型の個体を全く得ることができなかった。ただし、遊佐が燈火により採集した個体も、大部分は体長12 mm以上の個体である。左眼の右側への移行は、全長13 mmあるいは全長13.5 mmから始まる<sup>4), 5)</sup>が、体長1.15~1.20 cm未満の個体が少ない、あるいは採集されないのは、左眼が右体側に移行しない個体が移行した個体よりも透光性が弱いことが考えられる。しかしながら、体長1.15~1.20 cm未満の個体の内湾等の浅瀬における生息量が極めて少ないことによるとと思われる。体長1.15~1.20 cmの個体は、明りを照射した海面にヒラヒラ泳いで来るが、1度取り逃すと非常に素早く逃げ去ることを観察している。游泳力のない卵期、あるいは非常に游泳力が弱いと思われる孵化仔魚期では、その移動と分布は、主に海況・気象状況によって決まると思われるが、かなり游泳力をもつ変態開始後間もない稚魚は、何らかの機構を通じて内湾等の沿岸の浅瀬に能動的に集まってくるように思われる。

ヒラメ稚魚が青森県小川原湖で、マコガレイ稚魚が宮城県万石浦あるいは本県の松川浦で採集される<sup>7,8)</sup>。この2魚種も、沿岸浅海域が底生移行期の稚魚の主要生息場であるとみられているが、インガレイのように内湾等の沿岸の浅瀬で底生生活に入ることはないようである。カレイ類において、浮游生活から底生生活へ到る機構については、具体的な資料が非常に少ない。

体長7~9 mmに成長したクルマエビ稚仔は、海の周縁に当たると浅い水際で底生生活に入るが、

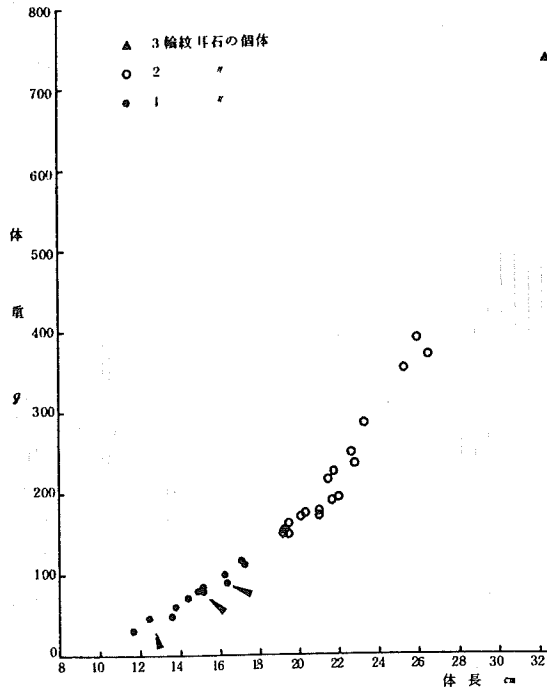


図7. 昭和49年10月25日に、四倉~広野沖水深40~60 m 海域から小型船曳網により漁獲したイシガレイの体長と体重に関する分布と各個体の耳石輪紋数 (矢は、0輪紋耳石の個体を示す。)

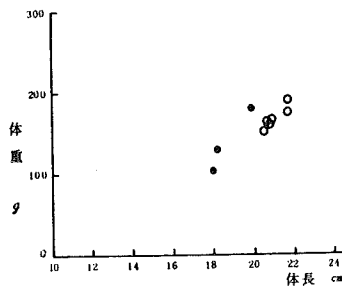


図8. 昭和49年12月27日に、富岡沖水深60 m 海域から小型船曳網により漁獲したイシガレイの体長と体重に関する分布と各個体の耳石輪紋数 (標示記号は図7に同じ)

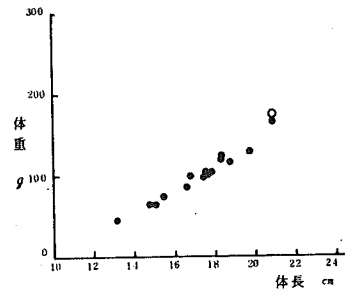


図9. 昭和50年4月8日に、広野~富岡沖水深60~68 m 海域から小型船曳網により漁獲したイシガレイの体長と体重に関する分布と各個体の耳石輪紋数 (標示記号は図7に同じ)

倉田(1972)<sup>9)</sup>は、底生期に近ずいた稚仔の行動は明るさ変化と塩分濃度変化との複合要因に対する反応として現われるようであり、稚仔が浮游生活をしているうちに全く他動的に浅い水際へ運ばれるのではなく、底生期に近ずいたことによる内発的な衝動によってそこに来游するものと論じている。イシガレイの受精卵は、12月、石巻湾口西部海域を中心に高密度に分布するが、塩素量約18%の水域を中心に浮游し、高塩素量の場合浮游し(上層)、低塩素量の場合沈降するという<sup>9)</sup>。受精卵は、1週間位で孵化するが、孵出稚仔および稚魚も水域の塩分濃度を浸透圧として感知していることが推察される。本種の浮游仔稚魚が、内湾等の沿岸浅瀬に集結する機構として、塩分濃度の変化およびその周期変化をもたらす潮汐流が関与していることが考えられる。沿岸の浅瀬へ、卵から稚仔魚の浮游期のものが、吹送流等の海況、気象条件によってランダムに集積されるのではなくして、能動的に集まってくる。そして、游泳力の強い底生移行期の体長1.15~1.20 cmの稚魚は、それ以前の稚仔魚より、圧倒的に多いと思われる。

2月19,21日に豊間港内から稚魚ネット曳きにより採集した稚魚は、ほとんどのものがネットが底の砂をかんだ時に入ったものと思われる。請戸港内の採集調査からみると、底生移行期の稚魚は、軟泥の場、あるいは軟泥がかぶった場に生息するようであった。このような場は、流れが弱いことと共に、この発育段階の稚魚が小さいコペポダと小さい紐形動物を主要な餌料としているという食性と関係があるものと思われる。底質が砂泥である松川浦内は、この段階の稚魚の好適な生息場である。藤本・他(1973)<sup>9)</sup>は、香川県の志度湾に注ぐ河川の河口域が体長12 mm~の稚魚の生息場であることをみている。松川浦内および請戸港内は、稚魚採集時の塩素量がそれぞれ17.51%、14.29%で、河川水の影響が強い。一方、河川水の影響のない豊間港内は、18.75%であった。本種は、広塩性とみられるが、塩分濃度の多少は、底生稚魚の生息場の条件ではないと思われる。

松川浦内等の砂泥~砂質の沿岸浅海域は、3月から6月にかけて体長4~5 cm以下の稚魚の育成場である。順調に成長した個体は、次第により深い場へ移動し、生息場を拡げていく。松川浦内では、浦内のみよ等の深みへ移動し、7あるいは8月頃から外海へ出ていくものと思われる。一部の成長の悪い群は、9月においても松川浦内の干潮時水深1 m以浅の浅瀬で生活している。県北海域の餌料曳網の混獲稚魚からみると、7月から9月にかけて、水深20数m以浅の砂浜海域が、体長5 cmから10 cmの個体の主要な生息場とみられる。この海域でも、7月に体長5~7 cm台の稚魚は、主に水深5 mの海域に生息し、体長8~10 cm台に成長した個体がより深い水深10~20 m海域を中心に生息していたようである。1973年6月6日に小名浜港外の3地点で餌料曳網で稚魚調査をしたが、1地点でのみ本種の稚魚を、しかも多数採集した。これらの稚魚は、多毛類を主体に摂餌していた。成長に伴って生息海域が拡大していくが、全体に広く分布するのではなく、より好適な場を選択している。このことは、7~9月の県北海域でもみられる。生息分布は、主として食性、言い替えると餌料となる生物の生息分布と関係するだろう。

体長10 cmに成長した個体は、8月下旬以降、水深20数m以深の海域にも出ていき、10月頃から小型船曳網の漁獲対象群に添加されるようである。10月下旬と12月下旬に調査した小型船曳網漁獲の個体は、その年の成長のよい群と思われる。成長は、水域の餌料生物の量と水温によって影響されるが本県の海域が親潮と黒潮の両水系の影響をうけて複雑な海況をもつため、後者による影響は大きいと思われる。県の南と北の海域で、又、同一水域でも海況の年変化により成長が異なると思われる。昭和49年8月21日に、久の浜から広野沖の浅海域で餌料曳網に混獲された稚魚は、体長4 cm台からの小さな個体であった。この年のこの海域の水温は、1月あるいは3月から7月まで平年より1~4℃低く、7月以降も平年より1℃低かった。この影響を受けているだろう。

0年魚群の成長を、各時期において主流をなすと思われる生息場からの採集群の組成を重視してみることにする。図10の平均成長曲線を描いた。これからすると、3月中旬に平均体長1.4 cmのものが、

5月に3 cmを越える。5月以降の成長はかなり良く、6月に約5 cmに達し、7月に約7 cm、8月に約9 cmに成長する。そして8月下旬から9月上旬にかけて、10 cmに達する。10月以降の成長は、次第に小さくなるが、満1才の12月には13~14 cmに達すると思われる。Hatanaka et al (1952)<sup>D</sup>は、1949年に採集した宮城県松島湾のものについて、3月に10~30 mmのものが8月に約60 mmになり、10月には90~100 mmになった魚が岸を離れて行き仙台湾の底曳で漁獲される。そして、満1年で約10 cmになるとみた。一方、高越・他(1974)<sup>10</sup>松川浦から採集した稚魚を室内水槽で飼育した

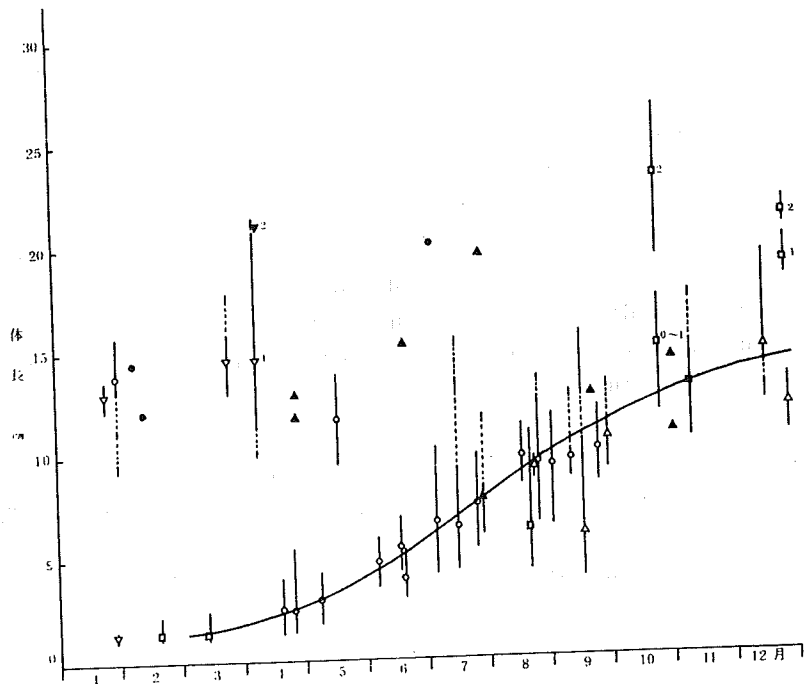


図10. イシガレイ調査個体の体長組成範囲、平均体長および0年令群の推定成長曲線

△, ○, □, ▽は、それぞれ昭和47, 48, 49, 50年の採集個体。白印は平均体長、黒印は1個体の体長、数字は耳石輪紋数を示す。

が、これによると5月初旬に平均体長2.70 cm(巾1.75~4.40 cm)の稚魚が、8月に約6 cm、9月に約8 cm、そして満1年の12月に約12 cm(巾7.2~18.3 cm)に成長した。ただし、餌料の栄養的欠陥、個体間闘争等により、体長3 cm以下の個体の成長が悪く、8月までの成長は抑制された成長であったという。今回得た結果を飼育結果と比較すると、8月では平均体長で約3 cm大きく、9月では2~3 cm大きく、満1年の12月では1~2 cm大きい。松島湾内のものと比較すると、8月では平均体長で約3 cm大きく、満1年の12月では3~4 cm大きい。

池田(1957)<sup>11</sup>は、東海・黄海における底魚資源について、魚類を食性類型群に区分して戦前・戦後の資源量の変化を漁獲量を通じてみている。そして戦後の操業開始以後、固着性ベントス捕食群と魚食性群の漁獲が減少し、プランクトン捕食群では増加したことを指摘した。漁業を通じて海洋の生物資源が絶えず間引かれており、間引の質及び量に対応して生物生態系が常に変動している。池田は



食性群別の漁獲量の変動を指摘したが、種内においても、漁獲行為が種の生活形態に変化をもたらすことは容易に考えられる。カレイ類の福島県の漁獲量は、1955年頃1,000ton余りに対し、1965年に3,000ton近くになり、1971年に6千数百tonに伸びている。イシガレイについても1965年頃1,000ton余りであるのに対して、1971年頃2,000tonを越えている<sup>12), 13)</sup>。漁業を通じての間引きは、漁獲されない個体にとって、餌料的に好適な環境をもたらしている。又、漁獲量に反比例して親魚量が減少し、産卵量が減少する。新しく発生する群についても、餌料量がより豊富であり、種内の餌料及び場等をめぐる競争が低下し、生残率が向上し、個体の成長もよくなることは考えられる。畑中・関野(1962)<sup>12), 13)</sup>は、松島湾のスズキについて、一般に食べるだけ充分な程の食物をとっていないことを述べ、さらに、より多くの食物を獲得できればもっとよい成長を示すと考えている。又Hatanaka et al. (1956)<sup>14)</sup>は、仙台湾のカレイ類についても、成長に十分な餌がいつもあるとはいえないことを指摘した。

この3年間の調査では、年級群間の成長差は顕著でなかった。稚魚・若魚は、大きさ別に生息場を異にするために場による組成差が大きい。この中に年級群間の成長差が隠れてしまう。今回の調査から推定した成長とHatanaka et al. (1952)<sup>1)</sup>のものとの差は、南北海域の水温差と採集方法の違いによることは考えられる。後者については、著者等は、稚魚・若魚を内湾等の浅瀬沿岸と共に外洋に面した水深20数m以浅の海域及び水深50~60mの海域からも得たのに対し、Hatanaka et al. は、松島湾内を中心に採集している。これらのことと共に、漁獲量の上昇に伴ない、近年は1950年代に比較して餌料の面等の環境条件が良好になり、生残率と共に、成長がよくなっていることは考えられる。

## 要 約

イシガレイ0年魚群の成長と生息場について、次のような結果を得た。

1. 体長1.15~1.20 cmの稚魚が、2~3月に内湾等の沿岸の浅瀬で底生生活に入る。泥場あるいは砂泥場のある松川浦内、および請戸、豊間等の港内は、稚魚の重要な生息場であった。
2. 成長に伴って、次第により深い場へ移動し、生息場を拡大していく。しかし、全体に広く分散するのではなく、より好適な場を選択しており、これは、主に餌料生物の生息分布と関係しよう。
3. 体長10数cmに成長した個体は、8月下旬頃から水深20数m以深海域にも移動していき、10月頃から小型船曳網の漁獲対象群に加わる。
4. 成長を推定平均体長からみる。3月中旬に1.4 cmのものが5月に3 cmを超える。5月以降の成長はかなり良く、6月に約5 cm、7月に約7 cm、8月に約9 cmに成長する。10月以降の成長は、次第に小さくなるが、満1年の12月には、13~14 cmに達すると思われる。

## 文 献

- 1) M. Hatanaka, K. Sekino and A. Otsuka: Studies on the populations of the flatfishes in Sendai bay. II. Age, growth and spawning of *Kareius bicoloratus* (BASILIEUSKY). *Tohoku J. Agr. Res.*, 2, 25~31 (1952).
- 2) 青森水増センター: 昭和48年度太平洋北区栽培漁業漁場資源生態調査結果報告書(陸奥湾の調査), 1~63 (1974).
- 3) 藤本知之・松本紀男・篠岡久夫: イシガレイ幼稚魚の河口域における生態. 栽培技研2, 23~

- 26 (1973).
- 4) 水戸敏・鶴川正雄・樋口正毅： イシガレイの卵発生、ふ化仔魚の飼育および陸上池内における産卵。南西海区水研報告 1, 87~102 (1969)。
  - 5) 遊佐多津雄： カレイ類を中心とした沿岸魚類の生態と海洋開発。水産海洋研究会報 20, 68~75 (1972)。
  - 6) 水田洋之介： 仔稚魚期におけるマコガレイとイシガレイの形態的相違。栽培技研 2, 33~38 (1973)。
  - 7) 遊佐多津雄： 小川原湖のヒラメ, *Paralichthys olivaceus*, について。日本水産学会東北支部会報 23, 23~28 (1972)。
  - 8) 宮城水試： 昭和 47 年度太平洋北区栽培漁業漁場資源生態調査報告。1~46 (1973)。
  - 9) 倉田博： クルマエビ栽培における種苗とその播殖に関する諸原理について。南西海区水研報告 5, 33~75 (1972)。
  - 10) 高越哲男・秋元義正・天神愷： 飼育イシガレイ稚魚の成長と歩留りについて。福島水試研究報告 2, 31~38 (1974)。
  - 11) 池田郁夫： 資源の生物学的研究—食性の問題。東海・黄海における底魚資源の研究(4)。—1956 年までに得られた知見の綜説(西海区水研), 70~79 (1957)。
  - 12) 福島水試： 底曳網漁業並びに幼稚魚調査報告書 福島水試調査研究資料 19, 1~78 (1963)。
  - 13) 福島水試： 昭和 47 年度北太平洋栽培漁業資源生態調査中間報告書 福島水試調査研究資料 124, 1~70 (1973)。
  - 14) 畑中正吉・関野清成： スズキの生態学的研究 I スズキの食生活。日水誌 28, 851~856 (1962)。
  - 15) 畑中正吉・関野清成： スズキの生態学的研究 II スズキの成長。日水誌 28, 857~861 (1962)。
  - 16) M. Hatanaka, M. Kosaka and Y. Sato: Growth and food consumption in plaice. part I *Limanda yokohamae* (GUNTHER). *Tohoku J. Agr. Res.* 7, 151~162 (1956)。