

## 福岡湾口域におけるイカナゴの発生初期段階の成長と 夏眠期の生残に及ぼす水温の影響

宮内 正幸・的場 達人<sup>a</sup>  
(研究部)

福岡県筑前海の福岡湾口域では、イカナゴ資源の激減により2007年4月以降、イカナゴ房丈網漁業の禁漁が続いている。そこで、イカナゴ資源激減の原因を探るため、イカナゴの分布のほぼ南限と考えられる筑前海福岡湾口域において、イカナゴの発生初期段階の成長や夏眠期の生残に及ぼす水温の影響について検討した。稚仔魚分布量や稚仔魚期の成長量、夏眠期分布量を求め、水温との相関を調べたところ、冬期水温が高いほど発生初期段階の成長が鈍化する傾向や夏期水温が高いほど夏眠中のイカナゴ分布量が少なくなる傾向が見られた。これらのことから、高水温が発生初期段階の成長や夏眠期の生残に負の影響を及ぼしていることが考えられた。

キーワード：イカナゴ、発生初期段階の成長、夏眠期の生残、水温

イカナゴは北海道から九州海域まで幅広く生息する魚種であるが、冷水性であるため、<sup>1)</sup>福岡県筑前海が分布のほぼ南限に位置する。<sup>2)</sup>

筑前海のなかでも特に福岡湾口域がイカナゴの主漁場の一つとなっている。当海域のイカナゴは、12月下旬～1月下旬にかけて産卵し、1～2月は稚仔魚期として過ごす。その後、3月に体長3cm、6月には6～7cmに成長する。その間、3月のシラス期は加工用として、4～6月の未成魚・成魚期は釣餌用として利用される重要な資源となっている。水温が19℃前後に達する6月中旬には底生生活に移り、潜砂夏眠する。夏眠は11月頃まで続き、水温の低下とともに遊泳生活に替わり、生殖腺が発達して、12月下旬から越夏場所周辺で産卵する。<sup>3)</sup>

筑前海のイカナゴ漁獲量は、1970年代前半より急増しはじめ、1977年には7,000トン台に達したが、1978年からは急減に転じ、1980年以降は漁業が成り立たない状態にまで減少した。<sup>4)</sup>その後、福岡湾口域を中心にイカナゴ移植放流や漁業者の自主禁漁等が行われた結果、1995年から操業が再開され、2002年以降、福岡湾口域では加工用・釣餌用漁あわせて140トン前後の漁獲量で推移していた。ところが2007年3月の加工用漁を最後にイカナゴが再び激減し、現在に至るまでイカナゴを獲る房丈網漁業は全面禁漁となっている。

イカナゴは冷水性魚類であるため、高水温の影響を受けやすいと考えられる。伊勢湾産イカナゴでは、ふ化後

1～2ヶ月間の高水温化により加入資源量が減少するとの報告<sup>5)</sup>があり、また、東部瀬戸内海産のイカナゴでは、水温が高いほどイカナゴ仔魚の成長が良いとの報告<sup>6)</sup>があるなど、水温はイカナゴに大きな影響を与えていると思われる。そこで本報告では、分布のほぼ南限に位置するため水温の影響をより強く受けられる筑前海福岡湾口域のイカナゴについて、発生初期段階の成長や夏眠期の生残に及ぼす水温の影響について検討した。

### 方 法

#### 1. 稚仔魚分布量調査

2000～2008年のイカナゴ稚仔魚期に当たる1月下旬～2月下旬に、福岡湾口域において稚仔魚期の分布量調査を行った(表1, 図1)。

調査はボンゴネット(口径0.72m×2)を用い、水深5m層を船速2ノット、5分曳きで行った。採集物は研究室に持ち帰り、イカナゴ稚仔魚を同定後に計数し、これを濾水量で除して単位体積当たりの稚仔魚量を求めた。さらに稚仔魚量に影響を与えるものの一つとして親魚量があげられるが、後述する前年夏眠期のイカナゴ分布量(親魚量)に対する稚仔魚量の比を算出し、再生産の指標とした(以下、これを再生産指数という)。この再生産指数と稚仔魚分布量調査域に近い水深10m層の12～2月平均水温(以下、冬期水温という)の関係を調べ、水

a 現所属：水産振興課

温の影響を検討した。なお水温は毎月初めに実施している定期海洋観測のStn. 1 (図1) の水温を使用した。

## 2. 耳石輪紋解析による発生初期段階の成長

2004～2007年の福岡湾口域でのボンゴネット調査により採集された体長約3～13mm の稚仔魚各20個体ずつの耳石の輪紋解析を行った。

耳石輪紋の観察には扁平石を用いた。体長10mm 以下の稚仔魚の扁平石は、プレパラート上にユーパールで封入し、光学顕微鏡に接続した画像解析装置で耳石長径

表1 稚仔魚分布量調査年月日

年	月 日
'00	1/18, 24, 2/22
'01	1/22, 2/22
'02	1/25
'03	1/31, 2/10
'04	1/29
'05	1/25
'06	1/24
'07	1/23
'08	1/28

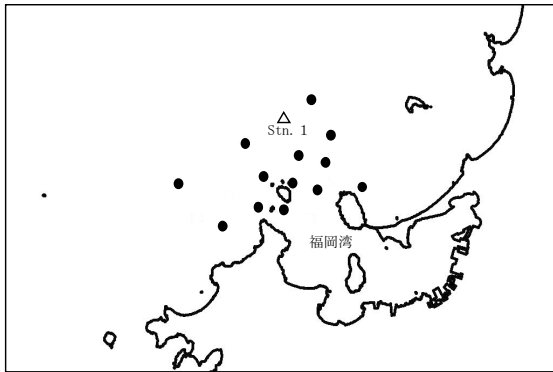


図1 稚仔魚分布量調査点

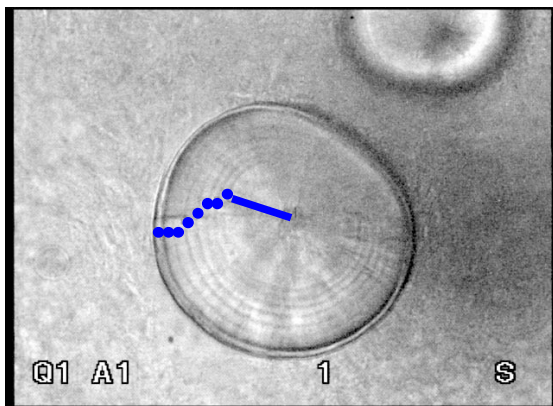


図2 イカナゴ稚仔魚の耳石

の計測と輪紋数の計数を行った。体長10mm 以上の稚魚は耳石を摘出し、プレパラート上に接着剤で封入後、耐水研磨紙 (#1500) で核付近まで研磨してから、上記と同様の方法で耳石長径の計測と輪紋数の計数を行った。輪紋数は Tsukamoto *et. al.*<sup>7)</sup> 及び大美ら<sup>8)</sup> によって定義されたふ化輪の外側について読み取った。ただし、中心部付近の輪紋が不明瞭で読み取りが困難な場合は、外縁から中心部へ向かって、判別できる限りの輪紋について読み取りを行い、それより内側の輪紋数については Tsukamoto *et. al.* が求めた半径と輪紋数の関係式で推定した (図2)。<sup>7)</sup>

イカナゴについては耳石輪紋形成の日周性が確認されているので、<sup>9)</sup>ふ化輪から外縁部までの輪紋数をその個体の日齢とし、ふ化日を求めた。更に日齢と体長の関係から、平均日間成長を求め、各年の発生初期段階の成長量とした。最後に、この成長量と冬期水温の関係を調べ、発生初期段階の成長に及ぼす水温の影響を検討した。

## 3. 夏眠期分布量調査

筑前海では、イカナゴは水温が19℃台になると夏眠し始める。<sup>4,9)</sup>そこで、2000～2007年のイカナゴの夏眠期に当たる6月と9～11月に福岡湾口域において分布量調査を行った (表2, 図3)。調査は空釣り漁具 (図4) を用い、

表2 夏眠期分布量調査年月日

年	月 日
'00	11/29
'01	9/17
'02	9/25
'03	10/28
'04	6/14, 9/9
'05	6/20, 9/2
'06	6/22, 9/21
'07	10/12

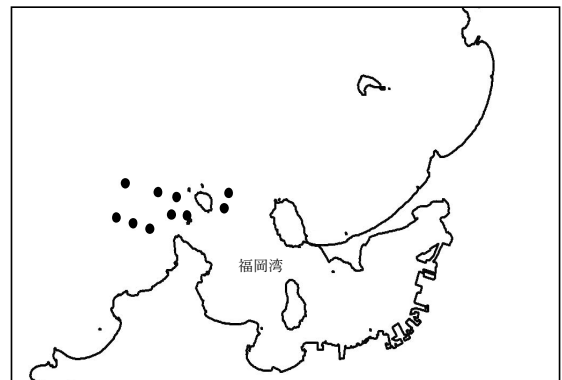


図3 夏眠期分布調査点

船速2ノット、5分曳きで行った。採集物は研究室に持ち帰り、尾数を計数した。これを曳漁具面積で除して単位面積当たりの尾数を求め、夏眠期の分布量とした。この夏眠期分布量と8～10月の夏期底層水温（以下、夏期水温という）の関係調べた。また、2004～2006年における6月と9月の分布量の比を夏眠期における生残率と仮定し、底層水温との関係調べた。なお水温は毎月初めに実施している定期海洋観測のStn. 1（図1）の水温を使用した。

## 結 果

### 1. 稚仔魚分布量調査

稚仔魚は2002年から増加し始め、2003～2005年は140～300尾/千 $m^3$ の高水準となったが、2006年以降減少し、2008年には1尾/千 $m^3$ となった（図5）。

イカナゴのふ化時期前後にあたる冬期水温は年によって大きく変動し、13.5～16.0℃の範囲を推移した（図6）。

水温がイカナゴの発生量に与える影響を評価するために、冬期水温と再生産指数の関係調べたところ、特に相関は認められなかった（図7）。

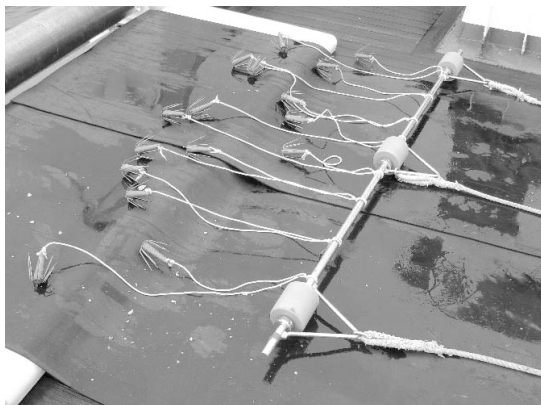


図4 空釣り漁具

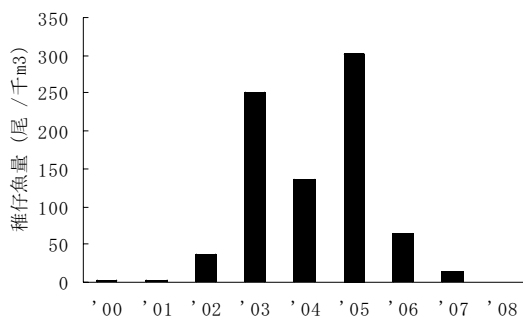


図5 稚仔魚分布量の経年変化

### 2. 耳石輪紋解析による発生初期段階の成長

耳石輪紋解析により、2004年に採集されたサンプルの日齢は3～21日、ふ化日は1月8～26日と推定され、体長は3.1～9.0mmの範囲にあった（図8,9）。同様に、2005年は日齢が5～12日、ふ化日が1月13～20日、体長が4.4～6.2mm、2006年は日齢が4～21日、ふ化日が1月3～20日、体長が4.9～12.7mm、2007年は日齢が2～20日、ふ化日が1月3～21日、体長が3.6～10.6mmの範囲にあった（図8,9）。また、ふ化は同調して生じる傾向にあり、2004年は1月下旬、2005年は1月中旬、2006年は1月上旬、2007年は1月中旬にふ化のピークが見られ、年によって差が見られた（図8）。特に2005年は他の年に比べ、ふ化日が集中していた（図8）。また水温との関係を見ると、ふ化日が集中していた2005年は、4カ年の中で最も水温が高く、ふ化日のピークが1月上旬の早い時期にあった2006年は、最も水温が低かった（図6,8）。

発生初期段階の成長を求めるため、日齢と体長の関係を調べた。その結果、平均日間成長は、2004年が0.27mm/日、2005年が0.04mm/日、2006年が0.41mm/日、2007年が0.35mm/日となり、2006年の成長が最も良く、2007年、2004年、2005年がそれに次いだ（図9）。但し2005年の試料については、上述したようにふ化日が集中しており、狭い体長幅・日齢幅についての解析となった。

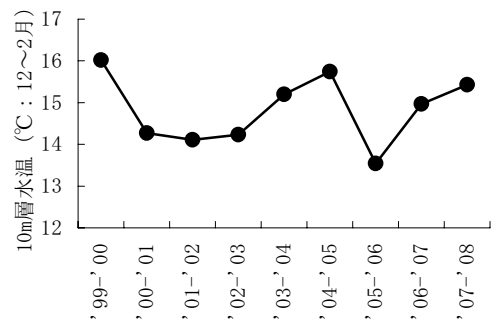


図6 冬期水温の経年変化

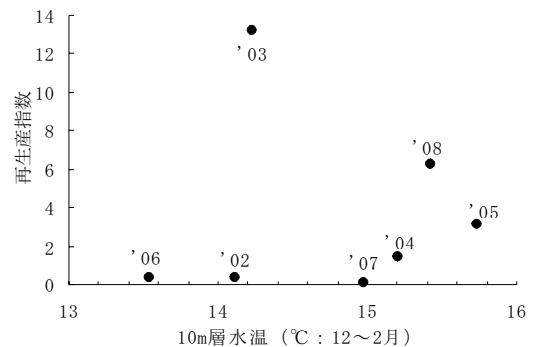


図7 冬期水温と稚仔魚発生指数の関係

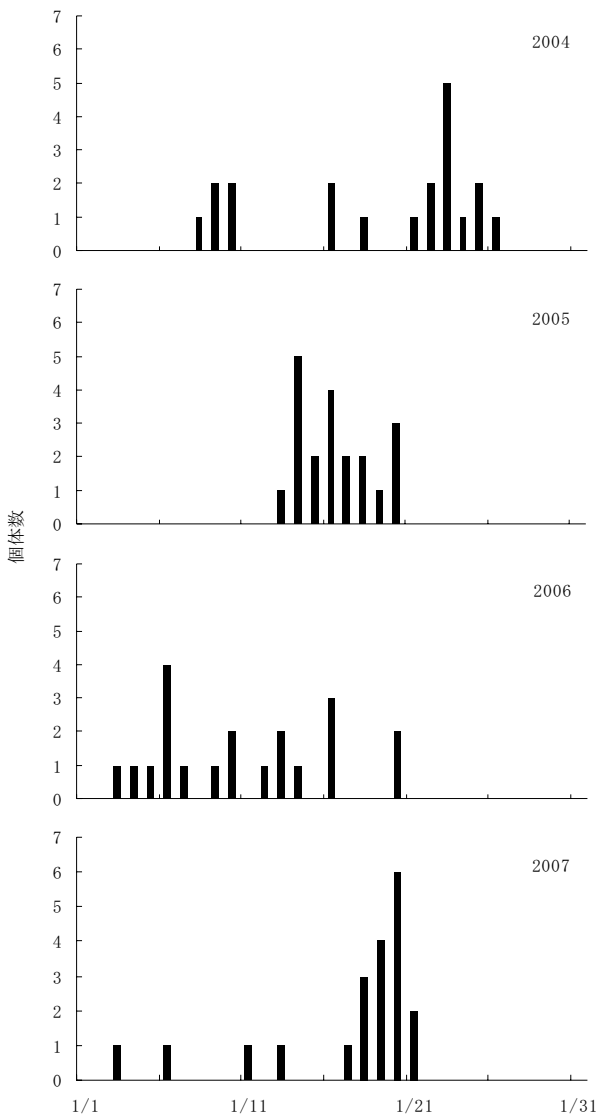


図8 ふ化日組成

また、水温が初期成長に与える影響を評価するために、冬期水温と平均日間成長の関係を調べたところ、冬期水温が高いほど成長が鈍化する傾向が認められた(図10)。

### 3. 夏眠期分布量調査

2004～2006年の6月の分布量は、300尾/千m<sup>2</sup>前後で推移した。また、9～11月の分布量は、2002年に20尾/千m<sup>2</sup>程度まで減少した後、2006年までは100～180尾/千m<sup>2</sup>で推移し、安定した分布量を示したが、2007年に0.2尾/千m<sup>2</sup>と激減した(図11)。

一方、イカナゴの夏眠期にあたる夏期水温は、2000年以降23℃以上を示し、2000年、2002年、2004年は24℃を上回る水温の高い年となった。さらに2007年は、25℃を上回り、特に9月には27.6℃を記録するなど、非常に水温の高い年であった(図12)。

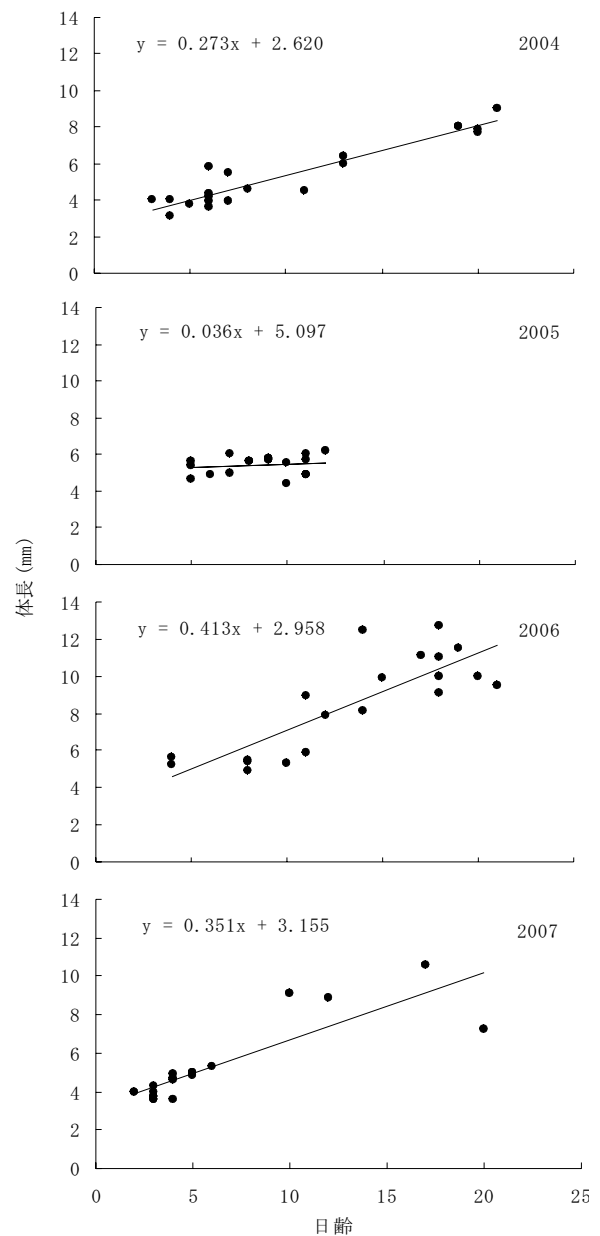


図9 日齢と体長の関係

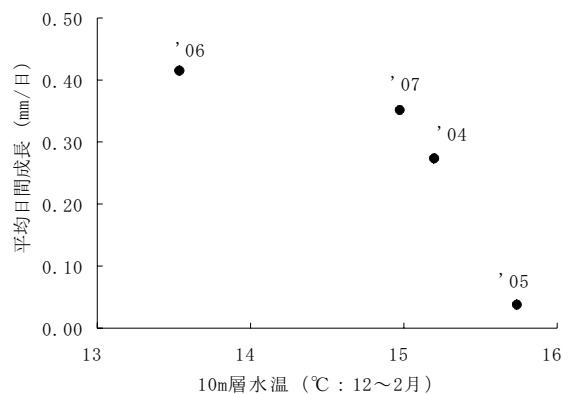


図10 冬期水温と成長の関係

水温が夏眠期分布量に与える影響を評価するために、夏期水温と9～11月の夏眠期分布量の関係を調べた。その結果、両者の間には負の相関が認められた(図13,  $p < 0.05$ )。更に、試料が少ないものの、底層水温と夏眠期生残率の関係を調べたところ、水温が高いほど夏眠期生残率が低下する傾向が認められた(図14)。

## 考 察

イカナゴは冷水性の魚種であるため、<sup>1)</sup>分布のほぼ南限と考えられる福岡県筑前海では、その生活史のいろいろな段階で水温、特に高水温の影響を受けると考えられる。

まず産卵期においては、発生量、ふ化率などが水温の影響を受けると考えられる。秋元らは、冬期水温が14.5℃以下では親魚が多いほど稚魚が多い傾向にあるが、14.5℃以上では親魚の量に関わらず稚魚量が少ない傾向にあったと報告している。<sup>10)</sup>しかし、今回の調査では、冬期水温と再生産指数に特に相関は認められず、稚仔魚発生量の多寡には冬期水温や親魚量だけではなく、産卵に至るまでの夏期からの環境、特に夏期水温や夏眠期前後の肥満度、成熟度等の要因が絡んでいるのかもしれない。この点については今後更に検討を加える必要がある。ま

た、ふ化率に関しては、10～16℃に設定した実験ではふ化率に有意な差は認められないとの報告がある。<sup>11)</sup>福岡湾口域では、ふ化時期に当たる1月初めの水温が13.3～15.6℃の範囲で推移しており、特にふ化率には影響を及ぼさないものと思われる。

次に産卵期に続く稚仔魚期においては、成長や生残が水温の影響を受けると考えられる。今回の調査では、13～16℃の温度帯では、水温が高い年ほど発生初期段階の成長が鈍化する傾向が認められたことから、イカナゴの発生初期段階の成長が水温によって左右されることが示唆された。一方、東部瀬戸内海産のイカナゴについては、8～11℃の温度帯では水温が高い年ほど成長が良いと報告されている。<sup>6)</sup>これらのことから、冬期水温が高すぎても低すぎてもイカナゴの成長は鈍化し、成長にとって好適な水温帯が存在するのではないかと考えられる。同様のことがカタクチイワシやマイワシでも報告されており、カタクチイワシ仔魚では成長速度最適水温が22.0℃、マイワシ仔魚では16.2℃とされている。<sup>12)</sup>また、稚仔魚期の生残については今回検討できなかったが、ふ化後1～2ヶ月間の高水温化により加入資源量が減少するという報告<sup>5)</sup>や暖冬年はイカナゴ仔稚魚の急減耗が見られたという報告<sup>13)</sup>がなされており、高水温の影響が稚仔魚の

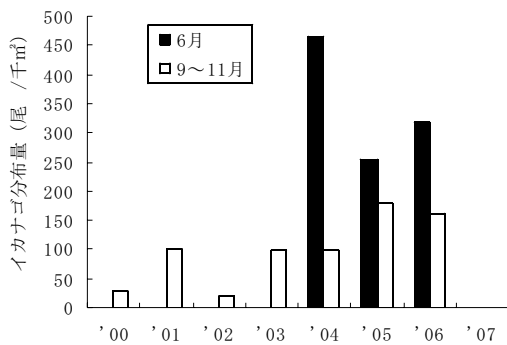


図11 夏眠期分布量の経年変化

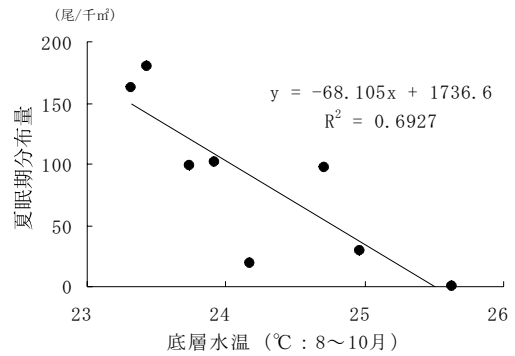


図13 夏期水温と夏眠期分布量の関係

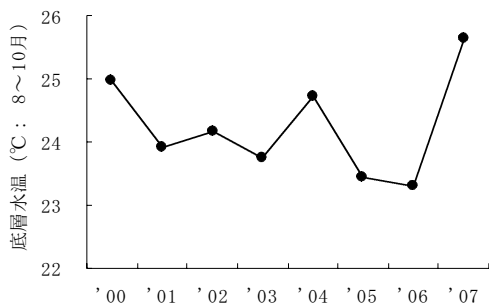


図12 夏期水温の経年変化

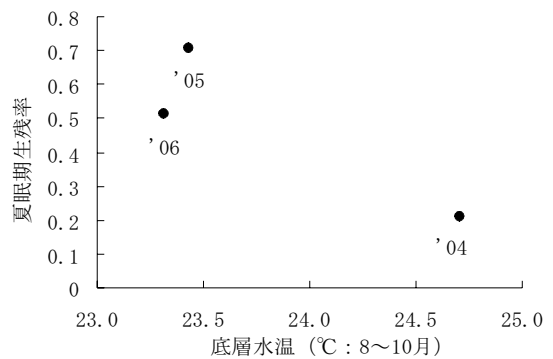


図14 夏期水温と夏眠期生残率の関係

生残に及ぶことが示されている。

稚仔魚期に続く夏眠期(未成魚・成魚期)においては、生残や成熟が水温の影響を受けると考えられる。山田、久野は、水槽実験により23℃区、25℃区では夏眠期間中のへい死は少ないが、27℃区では全個体がへい死した、と報告している。<sup>19)</sup>更に、伊勢湾では高水温となる8~10月の水温は21~22℃台、過去最高でも24.4℃で、25℃を上回った例は過去にないため、伊勢湾産イカナゴでは夏眠期間中の高水温でへい死する個体は極めて少ないとしている。一方、今回の調査では、水温が高い年ほど夏眠期分布量が少ない傾向にあり、また今後試料を蓄積していく必要があるが、水温が高いほど夏眠期生残率が低下する傾向が見られた。福岡湾口域では、8~10月の底層水温は23℃以上となっており、2007年には25℃を上回っていた。更に月別に見ると2007年9月は27.6℃、2000年9月は26.6℃、2003年・2004年9月は25.6℃と、25℃を上回る非常に高い水温となっていた。これらのことから、福岡湾口域では伊勢湾に比べ夏眠期における水温が高く、夏眠期間中の生残に大きな影響を与えていると考えられる。また、成熟に関しては、山田、久野は、卵黄形成に適した水温帯は14℃付近に存在し、最終成熟段階への移行には11℃付近への水温低下が不可欠としている。<sup>15)</sup>今回の報告では、ふ化が1月初めから下旬に生じていることが明らかとなったが、冬期水温が比較的高かった2004、2005、2007年のふ化のピークが1月中下旬であったのに対し、冬期水温が低かった2006年は、ふ化のピークが他の年より早い1月上旬にあり、より成熟が進んでいたことが示唆された。

今回の調査では、福岡湾口域のイカナゴにおいては、高水温が及ぼす産卵期への影響は明らかにならなかったが、稚仔魚期の初期成長と夏眠期の生残に負の影響を及ぼすことが示唆された。特に夏期高水温が夏眠中のイカナゴに与える影響は大きく、イカナゴ資源への影響も大きいと思われた。今後、夏眠期生残率に関する試料の蓄積を行うことで、水温による影響をより高い精度で評価することができるであろう。また現在、福岡湾口域のイカナゴは、稚仔魚から親魚に至る全てにおいて極めて低い資源状態にある。福岡県の調査報告では、人為的にイカナゴ資源の増大を図るには、親魚量を増やすことが唯一の方策である、としている。<sup>16)</sup>今後は、イカナゴ房丈網漁業の全面禁漁により稚仔魚・親魚の生残を図ることに加え、イカナゴ資源培養の有効な手段と考えられる親魚移植放流<sup>10)</sup>などの対策を行い、ある程度の水準の親魚量が蓄えられるまで保護し、まとまった産卵が行われるようになることが、イカナゴ資源の回復に必要不可欠と考える。

## 文 献

- 1) 橋本博明. 日本産イカナゴの資源生態学的研究. 広島大学生物生産学部紀要 1991; **30**: 135-192.
- 2) 反田實. 我が国の水産業「イカナゴ」. (社)日本水産資源保護協会, 東京 2006; 1-15.
- 3) 玄界灘海域総合開発事業調査報告. 海域の特性 イカナゴ. 福岡県福岡水産試験場 1985; 63-65.
- 4) 中川清, 古田久典. イカナゴ資源培養のための基礎的研究-I. 福岡水産試験場研究報告 1988; **14**: 23-28.
- 5) 富山実, 小松輝久. 水温が伊勢湾産イカナゴ初期生活史の成長と加入資源量に与える影響. 水産海洋研究 2006; **70**(2): 114-121.
- 6) 日下部敬之, 大美博昭, 斉藤真美. 耳石日周輪解析による東部瀬戸内海産イカナゴ仔稚魚の成長. 水産海洋研究 2007; **71**(4): 263-269.
- 7) Y. Tsukamoto, H. Yamada, H. Zenitani. Microincrements of otoliths of the Japanese sand lance *Ammodytes personatus* during early life stages. *Fisheries Science*. **68**, 2002; 1158-1160.
- 8) 大美博昭, 日下部敬之, 斉藤真美. イカナゴ仔稚魚における耳石輪紋形成の日周性の確認. 大阪府立水産試験場研究報告 2006; 第16号: 1-5.
- 9) 三井田恒博. 筑前海域におけるイカナゴの夏眠生態について. 福岡水産試験場研究報告 1967; **13**: 25-30.
- 10) 秋元聡, 伊藤輝昭, 吉田幹英, 中川清, 金澤孝弘. 福岡県水産海洋技術センター研究報告 2002; 第12号: 19-27.
- 11) 山田浩且. 伊勢湾産イカナゴのふ化特性と外部栄養への転換. 日本水産学会誌 1998; **64**(3): 440-446.
- 12) 高須賀明典. 小型浮魚類の初期生態と魚種交代過程に関する研究. 日本水産学会誌 2009; **75**(4): 640-643.
- 13) 富山実. 伊勢湾におけるイカナゴの加入・成長および生残に関するモニタリング. 月刊海洋 2004; **36**(1): 26-30.
- 14) 山田浩且, 久野正博. 夏眠期における伊勢湾産イカナゴのへい死条件. 三重県水産技術センター研究報告 1999; 第8号: 1-5.
- 15) 山田浩且, 久野正博. 伊勢湾産イカナゴの成熟に及ぼす水温および光周期の影響. 水産海洋研究 1999; **63**(3): 14-21.
- 16) 玄界灘海域総合開発事業調査報告. 資源培養技術イカナゴ. 福岡県福岡水産試験場 1985; 159-163.