

## 論文の内容の要旨

水圏生物学 専攻

平成 13 年度博士課程 進学

氏名 白藤 徳夫

指導教官名 渡邊 良朗

### 論文題目

串本周辺海域におけるキビナゴの生活史と資源加入機構に関する研究

キビナゴ *Spratelloides gracilis* は、熱帯海域に分布の中心を持つ沿岸性小型浮魚であり、西日本からオーストラリア北部まで連続的に分布する。熱帯海域においてはカツオやマグロの餌生物として重要であり、そのためこれまで主に熱帯海域における生態の研究が行われてきた。我が国では、西日本を中心に重要な漁業資源となっているが、その生態に関する知見は少ない。本研究では、和歌山県串本周辺海域に分布するキビナゴの繁殖生態、成長過程および生活史初期における生残過程を明らかにした。また、これらの結果を基に串本周辺海域に分布するキビナゴの生活史を解明した。

### 繁殖生態

成熟したキビナゴ卵巣内には卵黄胞期までの未成熟な卵母細胞群と発達した卵母細胞群が存在し、「部分同時発生型」の発達様式を示す。卵巣の組織学的観察の結果、排卵直前の成熟した卵母細胞と共に排卵後濾胞が観察されたことから、発達した卵母細胞群が複数回に分けて排卵・産卵されると考えられた。生殖腺重量指数 (GSI) と卵巣の成熟度の関係から、GSI が 4 以上の雌は数日以内

に産卵すると考えられた。体長 61 mm の雌の卵巣内に排卵後濾胞が確認されたこと、体長 60 mm 以上では半数以上の個体が GSI が 4 以上の卵巣を持つことから、体長約 60 mm で成熟することが明らかになった。

キビナゴの産卵期は、これまでの研究では GSI の季節変化により推定されており、高知の宿毛湾では 5~8 月、長崎の五島列島周辺海域では 6~10 月であったことが報告されている。本研究では、潮岬西岸海域において周年にわたってキビナゴ仔稚魚の採集調査を行い、採集した仔稚魚の孵化日を耳石の日輪から算出した。その結果、串本周辺海域では 4~11 月に孵化した仔稚魚が採集され、産卵期は少なくともこの 8 ヶ月に及ぶことが明らかになった。また、この結果と串本周辺海域の水温の季節変化から、キビナゴの産卵は、水温が約 20 °C 以上になると行われることが示唆された。産卵親魚群の体長組成を解析した結果、産卵期前半 (4~7 月) は主に大型の個体 (70~90 mm)、産卵期後半 (8~11 月) は主に小型の個体 (60~70 mm) が産卵親魚群を構成していることがわかった。

## 成長過程

キビナゴ仔魚はシラス型変態を行い、変態の進行に伴って筋節数に対する背鰭の前端位置が前進する。この背鰭の位置を指標として、キビナゴ仔魚は体長 18~25 mm で変態を完了することがわかった。仔稚魚の採集調査においては、仔魚は主に水深 10 m と 20 m の浅い海域で採集され、その沖合の水深 30 m と 40 m の海域では稚魚が多く採集され、仔魚は少数が採集されたのみであった。キビナゴは水深 20 m 以浅の砂地に粘着卵を産み付けることがわかっている。したがって、キビナゴは仔魚期には産卵場周辺の浅い海域に滞留し、稚魚期になって遊泳能力が発達するに伴って分布範囲を沖合へ拡大すると考えられる。

体成長の季節変化から、これまでキビナゴは 2 年で約 100 mm の最大体長に達すると考えられていた。本研究で耳石日輪情報に基づいて仔稚魚および成魚の日齢を査定したところ、孵化後 20~40 日齢で仔魚期を終えること、5~11 ヶ月で体長 90 mm 前後に達することがわかった。串本に生息するキビナゴの成長速度は、これまで国内の別の海域で報告されているキビナゴの成長速度よりも速く、熱帯海域の個体群とほぼ同じであることが明らかになった。また、2001 年 9 月に採集された 72.3 mm SL (79 日齢) と 64.1 mm SL (104 日齢) の雌は、孵化後 3 ヶ月前後で GSI が 4 を超えて産卵が可能になっていたことがわかった。

成魚の逆算体長から成長過程を推定した結果からも、孵化後平均約 3 ヶ月で成熟体長（60 mm SL）に達していたことが明らかになった。

成魚の孵化日組成から、産卵期前半に採集された成魚群は主に前年の産卵期後半生まれ、産卵期後半に採集された成魚群は主に同じ年の産卵期前半生まれの個体で構成されていることがわかった。また、産卵期前半に孵化した群（約 150～210 日齢）は産卵期後半に孵化した群（約 150～330 日齢）よりも成長が速い個体が多く、高齢の個体は少ないことがわかった。

### 生活史初期の生残過程

仔魚は一般に成長が遅いほど被食などの減耗要因に長期間さらされることから、成長速度は仔魚期の生き残りや新規加入量を決定する重要な要因と考えられる。串本におけるキビナゴの産卵期は 8 ヶ月に及ぶことがわかったが、生まれた時期によって成長速度が異なる可能性が考えられた。そこで、孵化月毎に孵化から 15 日齢時までの平均成長速度を算出した。その結果、孵化月によって平均成長速度は 0.59～0.76 mm/day の範囲で異なったが、明瞭な季節的变化は認められなかった。

北大西洋のマダラ *Gadus morhua* や親潮・黒潮移行域のカタクチイワシ *Engraulis japonicus* では、生活史初期において成長の速かった個体が選択的に生き残り、成魚群に加入していたことが報告されている。串本周辺で採集されたキビナゴ成魚群の生活史初期の成長履歴と、同じ海域で採集された仔稚魚群の成長履歴を比較することにより、生活史初期においてどのような成長過程を経た個体が生き残り成魚群に加入しているかがわかる。串本周辺海域に生息するキビナゴの耳石日輪半径は体長と比例することから、同じ日齢時において日輪半径が大きい個体ほどそれまでの成長が速かったと考えられた。そこで、成魚群と仔稚魚群について 20、30、40、50 日齢時の日輪半径の頻度分布を比較した。各日齢時において成魚群と仔稚魚群の日輪半径の頻度分布はほぼ一致したことから、生活史初期における生残確率が成長速度によって異なることはないと考えられた。

### 串本周辺海域におけるキビナゴの生活史

本研究の調査期間中、串本周辺では、産卵期前半には前年に孵化した大型（70

～90 mm) の個体が主に産卵を行い、産卵期後半には当年に孵化した小型 (60～70 mm) の個体が主に産卵を行っていたことが明らかになった。すなわち、夏を境に世代の交代が起こったと考えられる。また、産卵期前半に孵化した群には、越冬する個体と越冬しない個体がいるものと推察され、越冬しない個体の寿命は長くても 7 ヶ月前後と考えられる。本研究で明らかになった串本周辺海域のキビナゴのように 1 年の間に 2 世代が存在する例は、日本周辺海域において主要な資源として利用されている魚類の中ではこれまで知られていない。

キビナゴの分布の中心は熱帯海域にあり、串本は分布の北限に位置する。熱帯海域のキビナゴは、寿命が 4～6 ヶ月であり、最大体長が 60～70 mm、雌の成熟体長が 45 mm であるのに対して、串本周辺海域では、寿命が 7～11 ヶ月と熱帯海域より長く、最大体長 (約 100 mm) と雌の成熟体長 (約 60 mm) も大きいことがわかった。また、産卵期についても、熱帯海域における産卵期が周年にわたるのに対し、串本周辺海域の産卵期は、4～11 月に限定されていることがわかった。キビナゴ属の中でもっとも南に生息する *S. robustus* は、環境の季節変動が大きい南オーストラリア沿岸のみに分布しているが、その生活史特性 (最大体長 100mm、成熟体長 60 mm、産卵期 10～2 月) は串本周辺海域に生息するキビナゴと類似している。ニシン科魚類は低緯度海域に起源があるとされる。串本周辺に生息するキビナゴ個体群の生活史特性が熱帯海域に分布する同種の個体群と異なるのは、環境が周年安定している熱帯海域から環境の季節変動が大きい中緯度海域に分布を拡大する際に、生息環境に適応した特性を獲得した結果と考えられる。

キビナゴは、同じニシン科であるマイワシやニシンと比較すると、変態日齢が 20～40 日、初回成熟日齢が約 100 日と若く、寿命が 1 年未満と短いこと、産卵期が 8 ヶ月にわたり長いことなどの特徴をもち、マイワシやニシンに比べて小型でかつ短命であることがわかった。一般に魚類は生活史初期の死亡率が高く、この時期の死亡率によって年級群水準が大きく変動する。キビナゴが短命でニシンやマイワシに比べて高速で再生産を繰り返すことは、資源の変動を大きくする要因となる。しかし、実際にはキビナゴの資源量がニシンやマイワシより安定しているのは、低緯度海域の環境が安定しているためであると考えられる。キビナゴは生産力の低い低緯度水域から得られる限られたエネルギーをより早くから繁殖に配分するという再生産の特徴を持つことがわかった。