

筑前海沿岸域におけるカタクチイワシ季節発生群と捕食魚及び基礎生産との関係

秋元 聡・吉田 幹英・篠原 満寿美・池内 仁
(研究部)

Relationship between Seasonal Group of Japanese ancyovy, Predatory Fish and Primary production in Chikuzenkai

Satoshi AKIMOTO・Mikihide YOSHIDA・Masumi SHINOHARA and Hitoshi IKEUCHI¹
(Research Department)

カタクチイワシは漁獲変動が大きく、筑前海沿岸域では漁況予測の精度向上及び資源変動要因の解明が課題となっている。¹⁻³⁾ このためにはカタクチイワシの資源生態の研究に加え、海域の基礎生産環境や捕食種との関係を含めて低次栄養段階から高次栄養段階につながる生産構造を総合的に解析することが不可欠である。⁴⁻⁵⁾

カタクチイワシの資源生態についてはこれまで水温、競合種との関係を利用した漁況予測手法の開発¹⁾ や秋生まれ群の出現様式²⁾ さらにカタクチイワシの食性³⁾ について研究が行われている。また海域の基礎生産に関する研究では対馬東水道域の海況、栄養塩、プランクトンの季節変動⁴⁻⁵⁾ や筑前海広域の基礎生産構造⁶⁾ が明らかにされつつある。しかし、基礎生産、カタクチイワシ資源、捕食種等の関係を総合的に解析した例は少なく、著者ら⁴⁾ が基礎生産とカタクチイワシ卵、漁況との間連について報告しているが、資料が断片的であり、捕食種との関係については解析されていない。

そこで本報では筑前海沿岸域のカタクチイワシ主漁場である福岡湾及び唐津湾周辺海域について4カ年の資料を基に環境からカタクチイワシ資源までの状況を把握し、特に捕食種との間連を中心に、カタクチイワシ季節発生群の変動特性について知見を得たので報告する。

方 法

漁場の生産構造を明らかにするため1997年4月～'01年2月の期間中に図1に示す調査点で実施した調査結果を基に海況、基礎生産、動物プランクトン、カタクチイワシ、捕食種の間連を解析を行った。

水温、栄養塩、プランクトンの資料には沿岸主漁場のStn. 1及びA、B、Cの調査結果を用い、水温及び栄養塩

は表層、10m、20m、底層で観測し、これらの平均値を求めた。植物プランクトンについては北原式定量ネット鉛直曳により採集し、m³当たりの細胞数を算出した。動物プランクトンについては改良型ノルパックネット鉛直曳きで採集し、このうちカタクチイワシの餌として重要なカイアシ類を計数し、m³当たり個体数に換算した。

カタクチイワシ卵については筑前海全域のStn. 1～5で改良型ノルパックネット鉛直曳きで採集されたものの1定点当たりの平均値を用いた。カタクチイワシ漁獲量には玄界灘沿岸域で周年操業している佐賀県唐房のカタクチイワシまき網・船びき網と、11～2月に操業する福岡県唐泊のカタクチイワシまき網の月別漁獲量を用いた。解析の際には3～10月は佐賀県唐房の漁獲量をそのまま、11～2月は佐賀県唐房と福岡県唐泊の漁獲量の平均値をそれぞれ用いた。

カタクチイワシ捕食種の指標には福岡県志賀島の小型定置網におけるアジ、サバ類、サワラ、ブリ類、カマスの月別漁獲量の合計値を用いた。

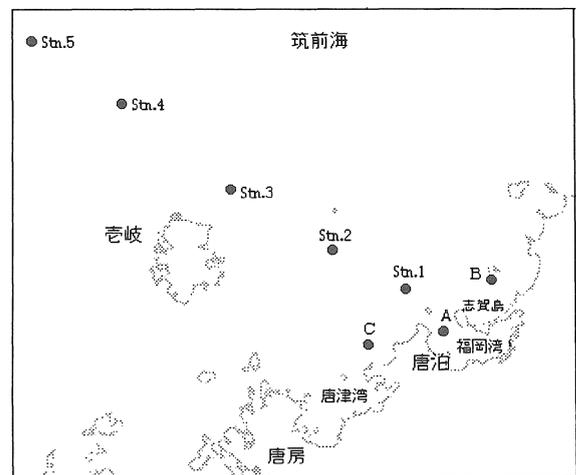


図1 調査定点

*1 現水産振興課

この資料から水温、基礎生産、カタクチイワシ及び捕食魚の漁獲に至る過程を整理し、各項目の関連性をみた。一般に温帯域では春季と秋季に基礎生産の盛期がみられ、1～2カ月のズレを持ちながら動物プランクトン、プランクトン食性魚の増加につながる。そこで、解析の際に期間中にみられた各項目の盛期をそれぞれ春季、秋季に分類して表示し、関連性について検討した。

また、代表的な捕食種であるマアジとサワラについて'99年5月～'00年12月に胃内容物を査定し、胃内容物組成と1尾当たりのカタクチイワシ捕食数及び捕食されたカタクチイワシの体長を計測した。

さらに春季（5～7月）と秋季（10～12月）に分けて各月のカタクチイワシ漁獲量と捕食種漁獲量の関係を検討した。

結 果

1. 基礎生産、カタクチイワシ、捕食種漁況の推移

(1) 各項目の変動傾向

水温、栄養塩DIN、植物プランクトン細胞数、カイアシ個体数、カタクチイワシ卵採集数、カタクチイワシ漁獲量、捕食種漁獲量の時系列変化を図2に示す。水温は8～9月に最高水温、1～3月に最低水温を示す傾向にある。まず冬季の水温を比較すると'97～'98年は12月～2月に著しく低下し、2月に最低水温11.4℃に達している。'98～'99年及び'99～'00年冬季の水温低下は不明瞭で、'98～'99年は2～4月に13.5～13.8℃台、'99～'00年は2～3月に13℃前後で推移している。'00～'01年は12月～1月に急激に低下し、1月に最低水温13.1℃に達している。

夏季～秋季の水温変化をみると'97年はほぼ平年並であるが、'98年は7～10月まで24～25℃の高水温で推移し、11～12月に急激に低下している。'99年は8～10月が高水温であるが、10～11月に低下している。'00年は9月に27℃に達し著しく高水温であったが9月以降急激に降温している。

栄養塩は冬季～春季に年間の最高値を示す傾向にあり、'98年の1月に7以上の値を示し、著しく高く、次いで'99年4月、'01年2月が高濃度となっている。また秋季にも小さな盛期がみられ'97年10月、'98年10～12月、'99年10～12月、'00年11～12月に高濃度となっている。その他の季節では全般に低濃度であるが、'99年7月、'00年7月など夏季に一時的に高濃度となる年もみられる。

植物プランクトンは栄養塩と同様に冬季～春季及び秋季に高い傾向にあるが、栄養塩と異なり冬季～春季の盛期と秋季の盛期大きさは同程度か秋季の方が大きい傾向にあり、'98年10月が最も多くなっている。また、'97年8月、'98年6月、'99年6月や'00年8月など夏季にも小さな盛期がみられる。

動物プランクトンのカイアシ類は冬季～春季と秋季に盛期がみられ、'98年3月がもっと多く、次いで'01年2月、'99年11月、'00年5月、'00年10、12月で、夏季は個体数が低下している。

カタクチイワシの卵の季節別出現傾向は春季に大きな盛期があり、夏季にやや小さな盛期がみられる。'97年は卵採集数は少なく、最も多い月で4月の8.8個で夏季の盛期は7月の1.2個で少ないが、'98年は5月に20.2個、7月に12.6個、'99年は4月に27.4個、8月に4.4個となっている。'00年は卵が多く5月に30個、8月に60個となっている。

カタクチイワシ漁獲量は6～7月と11～1月に盛期がある二峰型で'97年は7月と11月に'98年は7月と12月、'99年は前半の盛期は7月にあるが後半は11月にわずかに漁獲があるだけで盛期はみられなかった。'00年は6月から12月に盛期がみられるが全般に漁獲は少なくなっている。

次に捕食種の漁獲量であるが、6～7月と9～12月に盛期がみられる。'97年は6月と12月に盛期がみられ、12月に特異的にマアジの漁獲が増加している。'98年は6～7月と9月に盛期があるが9月の盛期は小さい。'99年は7月と10～11月に盛期があり、10～11月はサワラ当歳魚が多く漁獲されている。'00年は前半の盛期がみられず、10～11月にサワラ主体に漁獲が増加している。

魚種組成をみると'97～'98年は年間を通して漁獲のほとんどがマアジであるが、'99～'00年は5～7月は両年ともマアジの割合が90%以上であるが、8～12月には減少し、'99年は59%、'00年は38%となっている。

(2) 各項目間の関連

一般に温帯域では基礎生産の盛期は春季と秋季みられるが、これに対応した動物プランクトン、カタクチイワシ、捕食魚の盛期との関連について各年状況を比較した。まず春季の盛期であるが'98年が最も明瞭であり、1～3月の栄養塩、植物プランクトン、カイアシ類の増加、3～5月のカタクチイワシ卵の盛期、6～7月のカタクチイワシ、捕食種の盛期までそれぞれ1～2カ月のズレを持ちながら連続している。'99年でも2～4月頃の栄養塩、

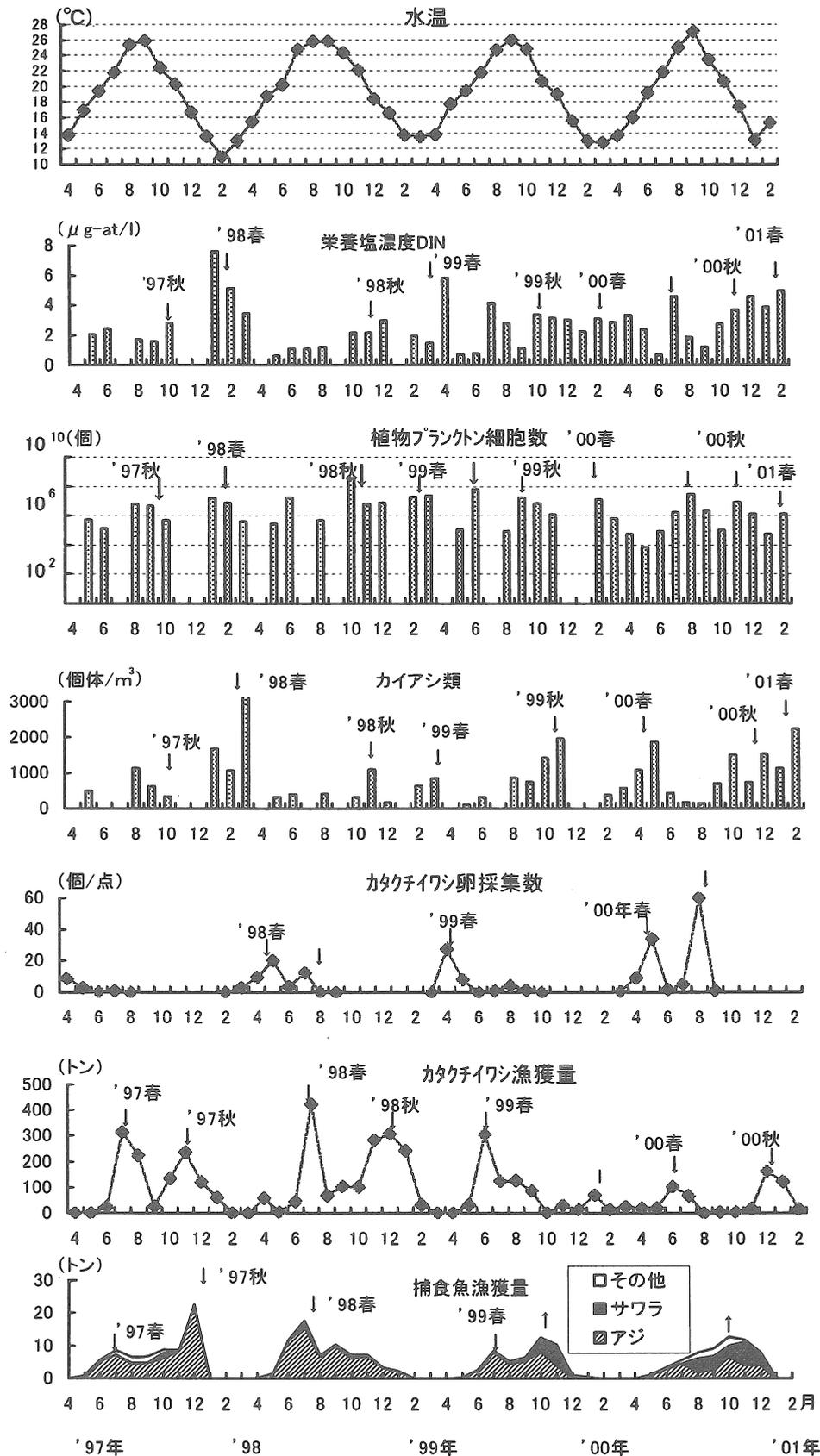


図2 水温、栄養塩、植物プランクトン細胞数、カイアシ類個体数、カタクチイワシ卵、カタクチイワシ漁獲量、捕食魚漁獲量の時系列変化（栄養塩、植物プランクトン、カイアシ類の空白月は資料なし。）

植物プランクトン、カイアシ類の盛期から4月のカタクチイワシ卵、6月のカタクチイワシ漁獲、7月の捕食魚の盛期が連続してみられるが、'00年は2～4月に栄養塩、植物プランクトンの盛期、5月にカイアシ類、カタクチイワシ卵の盛期、6～7月にカタクチイワシ漁獲の盛期があるが、全般に盛期が不明瞭で捕食種の盛期はみられない。春季では卵の盛期と漁況盛期に関連がみられるが、卵の量と漁況との間には関連がみられず、卵量が最も多い'00年が漁獲量が著しく低くなっている。

秋季は春季ほど関係が明確ではないが、最も明瞭に盛期がみられるのは'98年で10～12月の栄養塩、植物プランクトンの盛期、11月のカイアシ類、11～1月のカタクチイワシ漁獲の盛期が一致して連続している。'00年も'98年同様、11～12月に栄養塩、植物プランクトン、カイアシ類、カタクチイワシ漁獲盛期が一致し連続している。

しかし、'99年は10～12月に栄養塩～カイアシ類の盛期があるが、同時期にはカタクチイワシの盛期はみられず、1月に小さな盛期がみられる。逆に捕食魚の盛期とカタクチイワシ漁獲との関連では'97年はカタクチイワシ増加後の12月に捕食魚の盛期があるが'99年、'00年ではサワラ等の捕食魚が多い10～11月はカタクチイワシの漁獲は著しく低く、捕食魚が減少した12～1月にカタクチイワシの小さな盛期がある。

春季と異なる点は、秋季ではプランクトンの増加とカタクチイワシの増加に時間的なズレがなく、ほぼ同時期に盛期がみられることと、カタクチイワシ卵と漁獲の盛期及びカタクチイワシ漁獲と捕食種の盛期は不連続で一致していないことである。

7月が最も多く、8月及び12月にも捕食がみられる。年別にみると'99年は6月21.5尾、7月4.6尾と多く、'00年は6～8月で0.2～0.3尾と著しく少ない。また、胃内容中の不明魚類の出現状況はほぼカタクチイワシの出現状況と類似しており、形状もシラス型のものが大部分であった。カタクチイワシ及び不明魚類の捕食の少ない時期は端脚類やアミ類等の小型甲殻類を多く捕食していた。

次にサワラであるが、胃内容物の査定に供した個体は'99年12月及び'00年10月は平均尾叉長60cm以上の大型魚を、'00年は44cmの小型魚を査定したが、サワラ1尾当たりのカタクチイワシの捕食尾尾数、は'99年12月は0.2尾、'00年10月は0尾、'00年11月は0.9尾で'00年の小型魚の方がカタクチイワシ捕食量が多くなっている。カタクチイワシ以外ではアジ当歳魚等の魚類や小型のスルメイカが多くみられた。

マアジに捕食されたカタクチイワシの体長組成を図3に示す。捕食されたカタクチイワシの体長範囲は7～69mm、平均体長20.3mmで幅広いが、捕食される度合いは体長により異なり、30mm未満が全体の76%を占め、30mm以上の個体が捕食される頻度は著しく低い。

カタクチイワシの漁況と胃内容物のカタクチイワシ出現状況を比較すると最も漁獲量の多い'99年6～7月が胃内容中の出現量が最も高く、漁獲の少ない'99年秋～冬は全くみられない。また、'00年は6～7月と12～1月にある程度漁獲があるが、胃内容中にもカタクチイワシがみられる時期と一致している。

(2) カタクチイワシ漁況と捕食種漁況の関係

春季（5～7月）と秋季（10～12月）のカタクチイ

表1 マアジ胃内容組成（マアジ1尾当たりの捕食生物個体数）

区分	99年								00年							
	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	12月
平均尾叉長mm	258	147	164	112	152	253	154	295	176	182	114	160	149	179	169	139
平均体重 g	265	62	81	21	53	234	50	360	76	95	46	94	68	113	93	36
カタクチイワシ(尾)	0	21.5	4.6	0.9	0	0	0	0	0	0	0.2	0.3	0.3	0	0	0.2
その他魚類(尾)	0	24.5	2.4	0.5	0.4	0	0.2	0	0.4	0	0.7	1.3	0.7	0.1	0.2	0.1
甲殻類他(個体)	1	30	18	6.6	141.6	1	60.8	12	16	29	11.1	34.4	24	15.9	22.8	29.7
個体数計	1	76	25	8	142	1	61	12	16.4	29	12	36	25	16	23	30

表2 サワラ胃内容組成

区分	99年	00年	
	12月	10月	11月
平均尾叉長mm	736	663	440
平均体重 g	2914	1852	655
カタクチイワシ(尾)	0.2	0	0.9
その他魚類(尾)	1	0.2	0.55
イカ類他(個体)	0.1	0.2	1.45
個体数計	1.3	0.4	2.9

2. 捕食種とカタクチイワシとの関係

(1) 捕食種の胃内容物組成

カタクチイワシの捕食種で春季～夏季に多いマアジと秋季に多いサワラについての胃内容物組成を表1, 2に示す。

マアジ胃内容物中のカタクチイワシの捕食尾数は6～

考 察

ワシ漁況と捕食種漁況との関係を図4,5に示す。春季ではカタクチイワシ漁況と捕食種の間に正の相関がみられ、カタクチイワシの漁獲量が多ければ捕食種の漁獲量が多い傾向にある。一方、秋季では逆に捕食種の漁獲量とカタクチイワシ漁獲量に負の相関がみられ、捕食魚の漁獲量が少ないほど、カタクチイワシの漁獲量が少なくなっている。このように春季と秋季では目的変数と説明変数が逆転し、また相関も全く逆になっている。

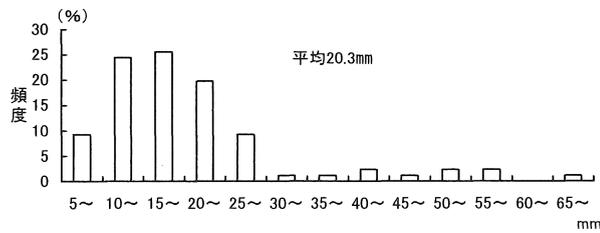


図3 マアジに捕食されたカタクチイワシの体長組成

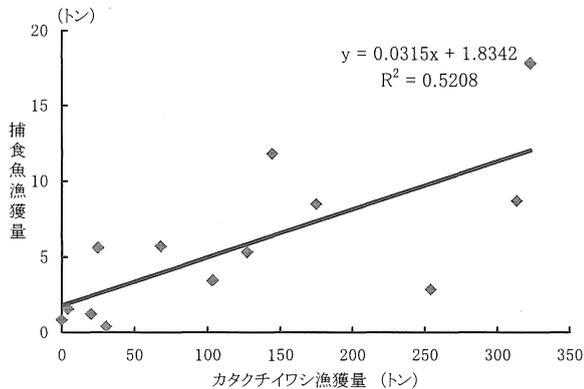


図4 春季(5~7月)の各月カタクチイワシ及び捕食魚漁獲量の関係

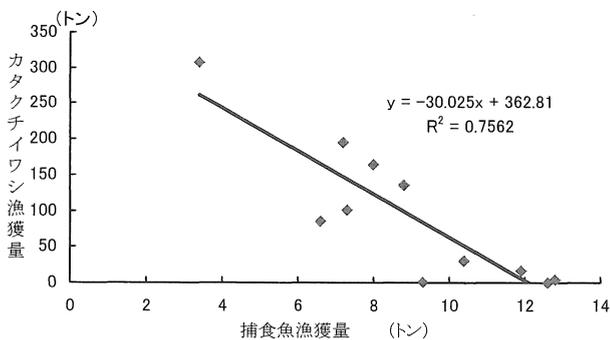


図5 秋季(10~12月)の各月捕食魚及びカタクチイワシ漁獲量の関係

1. 春季及び秋季の基礎生産構造

春季の変化をみてみると'98年が最も栄養塩の補給、植物プランクトン、カイアシ類の増殖が顕著であるが、この年は冬季の水温低下が最も著しい。冬季水温度低下が著しいということは鉛直混合が盛んであるということと考えられる。'99年、'00年は冬季の水温度低下が不明瞭であるが栄養塩の補給、プランクトンの増殖も不明瞭である。これらのことから春季の基礎生産は冬季の鉛直混合の度合いによって決定されると考えられる。

秋季の変化をみると夏季から秋季の水温度変動の小さい'98年に植物プランクトンが著しく多くなっているが、海況が安定しブルーミングの形成に好影響を与えたと考えられる。また、秋季は鉛直混合の度合いは弱く、植物プランクトンの増殖には鉛直混合による底層からの栄養塩の補給だけでは不十分で、陸水からの栄養塩の補給が影響を及ぼしていると考えられる。秋季の植物プランクトン増殖直後にカイアシ類が増加しており、カイアシ類の増殖には安定した基礎生産が不可欠であると考えられる。これらのことから秋季の基礎生産構造は春季ほど明確でなく、今後、秋季の栄養塩補給経路、プランクトンの増殖機構について今後モニタリングする必要がある。

2. カタクチイワシ再生産・加入と基礎生産の関係

当海域ではカタクチイワシは煮干しにされるため漁獲最適サイズは30~70mmであるが、最小漁獲サイズの30mmに達するには発生から40~50日かかり、60~70mmに達するには約100日かかると推定され、漁獲対象となるのは発生後2~3か月の期間である。^{2, 4)} このため卵と漁獲の間に関係があれば、卵採集盛期の2~3か月後に漁獲が増加するはずである。この観点でみるといずれの年でも春季は卵の盛期4~5月でその2~3か月後の6~7月に漁獲盛期があり、当海域で産卵されたものが成長に伴い漁場へ加入し、漁獲されると推定される。しかし秋季は卵の盛期が7~8月であるが、漁獲は4~5か月後の11~12月に増加しており、卵と漁獲の盛期が一致していない。以上のことから7~8月の卵は当海域の秋季の漁獲には貢献していないことになるが、9月以降には卵がほとんど採集されておらず、秋季発生群の当海域の加入については不明な点が多い。

当海域では春季には大型の成熟個体が沿岸域でみられるが、秋季は成熟個体はみられず、卵も春季は採集されるが、秋季はほとんど採集されない。⁸⁾ 以上のことからカ

タクチイワシの産卵形態は季節により異なると考えられ、春季では筑前海岸全域で産卵が行われるが、秋季では沿岸域では産卵が行われないか、行われても小規模である可能性が高い。

春季ではカイアシ類が増加した1～2カ月後に卵が増加しているが、これは親魚の餌としてカイアシ類が利用され、栄養蓄積後に産卵が行われるためではないかと考えられる。露田⁷⁾はカタクチイワシは産卵直前の餌料環境と産卵数との間に関連があり、2週間前に餌料の多い方が産卵数が多いとしている。

一方、春季の卵の盛期と漁況盛期は対応しているが、卵量と漁獲量の多寡は必ずしも一致していない。これは産卵量より産卵時期に関連強いと考えられる。卵量はそれほど多くないが漁況の良かった'98年、'99年は2～3月にカイアシ類の盛期があり、その後の3～4月にある程度産卵がみられるのに対し、卵量が多いが漁況の悪い'00年は4～5月にカイアシ類の、5月に卵の盛期があり、'98、'99年に比べて盛期が遅れている。これらのことから早期に産卵されたものが当海域に加入しやすいことが示唆され、5月以後に発生した群は捕食による減耗や対馬暖流による移送等により当海域へは加入できないと推察される。

秋季ではカイアシ類の増加とカタクチイワシ漁況の盛期が同時期にみられ一致している。これは秋季のカタクチイワシはカイアシ類を飽食していることからカタクチイワシ幼魚・未成魚の餌としてカイアシ類が重要な役割を果たしていると考えられる。また、カイアシ類が増殖してもカタクチイワシ漁況の盛期がみられない年もあるが、これはカタクチイワシが流況等の条件で沿岸域に加入できなかったり、捕食による影響を受けているためであると考えられる。

このようにカタクチイワシの基礎生産、カイアシ類の増加との関わりは季節により異なっており、春季では基礎生産及びカイアシ類の増殖は親魚の餌として利用され、発生したカタクチイワシが漁獲される6～7月にはカイアシ類の量は低く、幼魚・未成魚の餌としては利用されていない。一方、秋季では卵とカイアシ類の間に関係がみられず、カイアシ類の増殖は再生産には利用されていないが、発生後の幼魚・未成魚の餌として利用されている。つまりカタクチイワシ春季発生群は再生産は安定しているが、発生、加入後に餌不足の危険にさらされるのに対し、秋季発生群は再生産関係は不明瞭で安定していないが、沿岸域に加入後の餌は豊富であるという環境条件及び特性を持ちながら生存しているといえる。

3.カタクチイワシと捕食魚との関係

捕食魚のマアジの胃内容物調査で胃内容中のカタクチイワシの出現時期と漁況の盛期に一致がみられたことからマアジはカタクチイワシの多い時期は積極的にカタクチイワシを捕食していると考えられる。⁹⁾ マアジ胃内容物中のカタクチイワシの体長組成では30mm未満の個体が大部分を占めたが、実際の海域中には30mm以上の個体も多数分布しており、マアジはこれら魚群から小型の個体を選択的に捕食しているものと考えられる。カタクチイワシは30mm前後でシラス形態から成魚と同じ形態に変化するが、シラスは遊泳力等も弱く捕食されやすく、結果的に30mm未満のシラスが胃内容中に多数出現していると推定される。

サワラの胃内容物調査では大型のものはカタクチイワシ捕食量が少なかったが、大型のものはアジ等のより大きな餌を捕食していると考えられ、小型のものがカタクチイワシを捕食していると考えられる。¹⁰⁾ 今回の胃内容調査ではカタクチイワシの捕食個体が少なかったが、これは今回調査に使用したサンプルが胃内容物の少ない個体が多かったため、摂餌直後のサンプルを用いてより詳細に調査する必要がある。

春季ではカタクチイワシ漁況と捕食魚漁獲量の間には正の相関がみられたが、これはカタクチイワシ等魚類の餌となる生物が増加することが高次生産を支えていると考えられる。春季の捕食魚はマアジが大部分であるが、当海域では4～5月のカタクチイワシ卵採集量とマアジ漁況の間に正の相関があり、マアジの生残、成長にカタクチイワシ影響を与えていることが示唆されており、⁹⁾ これは本報の知見と一致する。特にマアジの増殖にはカタクチイワシ春生まれ群の増加が不可欠であると考えられる。

一方、秋季では捕食魚とカタクチイワシの間に負の相関がみられたが、これは夏季から秋季はマアジに加えサワラ等の捕食魚が沿岸域に分布しており、これにより捕食の影響を受けるものと考えられる。このため秋季では基礎生産環境が良好でもカタクチイワシ漁況が良いとは限らないといえる。つまり秋季発生群の漁況はまず捕食魚による被食が影響し、次いでカタクチイワシの餌としての基礎生産環境が評価され、高次生産と低次生産の両面からの影響を受けることになる。

カタクチイワシ季節発生群の増殖機構をまとめると3～4月は産卵親魚の餌料環境が良く、産卵数も多く、この時期に発生したカタクチイワシは稚魚期の餌生物も比較的多く、マアジが増加する6～7月に50～70mmに成

長し、捕食を免れることができる。しかし、5月～9月に発生すれば餌となるカイアシ類も少なく、6～8月のマアジ、9～11月のサワラ等の増加する時期に重なり、餌不足や被食による減耗が高いと考えられる。一方10月以降に発生すれば餌となるプランクトンが多く、捕食種も水温の低下とともに減少し始め、被食も比較的少ないと考えられる。これらのことは4月頃に発生したと推定されるカタクチイワシが6、7月に、10月頃発生したと推定されるカタクチイワシが12月頃多く漁獲されるという当海域の特徴とも一致する。つまりカタクチイワシ春生まれ群が増加することによりマアジ等捕食魚が増加し、逆説的ながら捕食魚が増加することにより、秋生まれ群が減少するという構造で資源が変動していると推定される。

最後に本報ではカタクチイワシを中心に基礎生産、カイアシ類、捕食魚との関連を概観し、季節別の特徴をある程度明らかにしたが、今後はカタクチイワシの再生産・加入等、個別の項目についてより具体的な調査解析をすることが必要である。

要 約

- 1) 栄養塩、植物、動物プランクトン、カタクチイワシ卵、漁況、捕食種漁況を比較したところ春季では鉛直混合により栄養塩の補給、植物プランクトン、カイアシ類の増加、カタクチイワシ卵の、漁況の盛期、捕食種の盛期が1～2カ月のズレを持ちながら連続している。
- 2) 秋季では基礎生産と高次生産が分離しており、基礎生産では栄養塩、植物プランクトン、カイアシ類の増殖が連続してみられるが、カタクチイワシの漁況、捕食種の増加は必ずしも一致していない。高次生産では捕食種の盛期の時期はカタクチイワシ漁獲は低く、捕食魚の減少後にカタクチイワシが増加している。
- 3) カタクチイワシ卵と漁況の関係では春季は卵の盛期と漁況の盛期が一致しているが、秋季では一致していない。
- 4) 捕食魚のマアジ胃内容物解析ではカタクチイワシの分布の多い時期には胃内容中からカタクチイワシ出現量も多く、6～7月に最も多く、8月、12月にもみられる。
- 5) 捕食魚のサワラの胃内容物解析では大型のサワラよりも小型のサワラの方がカタクチイワシの捕食量が多

多い。

- 6) マアジに捕食されたカタクチイワシの体長組成は7～69mmと幅広いが、30mm未満が76%と大部分を占めた。
- 7) 捕食魚とカタクチイワシ漁況の関係では春季ではカタクチイワシ漁況と捕食種漁況の間に正の相関が、秋季では捕食種漁況とカタクチイワシ漁況との間に負の相関がみられ、季節により関係が異なっていた。

文 献

- 1) 秋元聡：重回帰式によるカタクチイワシの漁況予測。福岡県福岡水試研報、16号1-6（1990）。
- 2) 秋元聡・中川清：筑前海岸域におけるカタクチイワシ秋生まれ群の出現様式とその変動要因。福岡水技七研報、1号45-49（1993）。
- 3) 吉田幹英・池内仁・杉野浩二郎・神菌真人：筑前海岸域のカタクチイワシの食性。福岡県水産海洋技術センター研究報告、9号、19-24（1999）。
- 4) 秋元聡・吉田幹英・池内仁：玄界灘における海洋環境とカタクチイワシ季節発生群の変動特性。西海ブロック漁海況研報、8号、5-11（2000）。
- 5) 池内仁・神菌真人・杉野浩二郎：玄界灘並びに対馬東水道における栄養塩類及びプランクトンの分布。福岡県水産海洋技術センター研究報告、8号、97-106（1998）。
- 6) 篠原満寿美・吉田幹英・杉野浩二郎・神菌真人：漁場生産力モデル開発基礎調査（1）沿岸調査、平成10年度福岡水技七事業報告、127-133（2001）。
- 7) 鶴田義成：カタクチイワシの成熟・産卵と再生産過程の調整に関する研究。水工研研報、13号129-168（1992）。
- 8) 秋元聡・吉田幹英・池内仁：筑前海域におけるカタクチイワシの出現様式と漁業実態、平成9年度漁場生産力モデル開発基礎調査（九州海域）調査研究報告書、27-32。（1998）。
- 9) 秋元聡・宮内正幸・吉田幹英：筑前海域におけるマアジの漁獲変動と水温及びイワシ類漁況との関係について。福岡水技七研報、10号67-74（2000）。
- 10) 秋元聡・白石日出人・吉田幹英：地域重要資源の有効利用に関する調査-カタクチイワシ資源の有効利用-。平成11年度福岡水技七事業報告100-101（2001）。