



管理目標を見据えた我が国の  
新しい資源評価と管理

## 地先の資源の 評価・管理について

中村元彦

Evaluation and management of fisheries  
stocks in near shore area.

Motohiko Nakamura

なかむら もとひこ：愛知県水産試験場

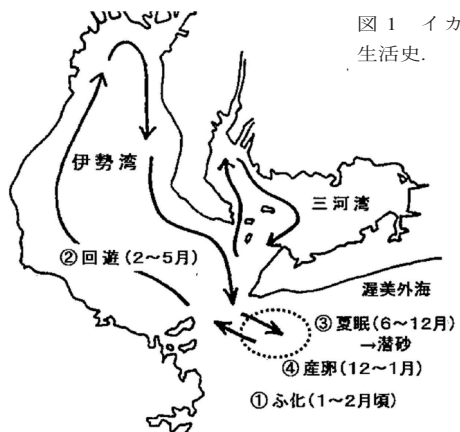
3年連続して禁漁となったイカナゴ伊勢・三河湾系群の資源低迷の原因を明らかにし、海洋環境の変動にともなう魚種交替が起こる中で、地先資源を利用する沿岸漁業の経営と資源管理のあり方を考える。

伊勢湾周辺に独立した資源として分布するイカナゴ (*Ammodytes japonicus*) 伊勢・三河湾系群は、愛知・三重両県の漁業者が新仔解禁日の設定とともに、翌年200億尾の新規加入を目標に20億尾の親魚を残すよう終漁日を設定することで資源管理してきた。しかし、2016年から3年連続して十分な新規加入が得られず、禁漁を余儀なくされている。近年の不漁の原因を明らかにし、資源管理のあり方について検討する。

### 1. イカナゴの資源管理

イカナゴの産卵は12～1月にかけて伊勢湾口部で行われ、ふ化仔魚は成長しながら潮流に乗って湾内へ移動・拡散する。仔魚は3月になると全長3cm以上に成長し、ばっち網と船びき網による新仔漁の漁獲対象となる。4月には稚魚期を経て全長5cm以上に成長した未成魚は徐々に湾口へ移動し、水温が約20℃を超える6～7月頃には伊勢湾口外側の夏眠場で潜砂して夏眠する。そして、水温が17～18℃を下回る12月になると夏眠から覚め、産卵期を迎える(船越1991)(図1)。

イカナゴは古くからすくい網で漁獲されていた



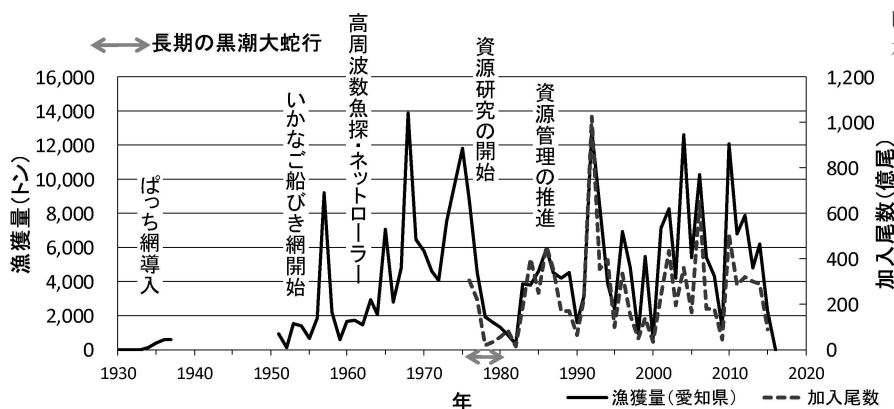


図2 漁獲量(愛知県)と加入尾数の推移。

が、1930年代に未成魚を対象とするばっち網が、1950年代には仔稚魚を対象とする船びき網が導入され、1960年代には魚群探知機導入等による漁獲効率の向上により漁獲量は増加していった。しかし、1970年代後半の黒潮大蛇行期には資源水準が急激に低下したことから、高くなった漁獲圧を見直して資源減少の原因を解明するため、糸川(1976)を始めとした資源研究が精力的に行われるようになり、1980年代中頃から科学的なデータに基づく資源管理型漁業の研究が始まった(愛知県・三重県 1993)(図2)。

現在の資源管理では、新仔(当歳魚)魚については解禁日と終漁日の設定、ポーコウナゴ(親魚)魚についても漁期の設定が調査結果に基づく両県漁業者の話し合いで行われている。新仔が漁獲のほとんどを占め、親魚資源はほぼ単一年級(1歳)で構成されることから、新仔魚の管理が重要となっている。新仔魚における成長乱獲の防止を目的とする解禁日の設定は、ボンゴネットによる仔魚調査や試験びきの結果による加入尾数と成長速度の推定に基づき、概ね全長3.5cmに達する日を目安にしている。また、加入乱獲の防止を目的とする終漁日の設定は、ディルーリ法による残存尾数の推定に基づき20億尾以上の取り残しを基準にしている。

新仔魚の解禁日の設定は、両県漁業者により1963年頃から開始されている。また、加入乱獲の防止を目的とした漁獲制限については、1970年代

後半の資源水準の激減に対する危機感から、一部の漁業者により成魚の漁獲自粛として1979年から始まり、1992年からは新仔の終漁日の設定として両県漁業者の協議を経て行われるようになった。当初は翌年の産卵のために残存尾数を10億尾以上確保することを目標としていたが、2007年からは20億尾以上を目標として制限を強化している。

この翌年に成魚となる未成魚に対する管理目標については、残存尾数10億尾が翌年の加入尾数200億尾を、また、残存尾数20億尾が加入尾数300億尾を期待できる水準として設定されている。イカナゴ1尾あたりの単価は成長と共に高くなり、体長約4cmでピークとなった後一旦低下し、全長約6.5cmで極小となって再び高くなっていく(愛知県 1994)。前者のピークはチリメン用の価格で、後者の上昇は餌料用の価格に対応する。加入尾数目標値の200億尾は、チリメン用の需要を概ね賄える量として設定されている。しかし、イカナゴの需要は餌料用やチリメンより小さいサイズでの釜揚げ用、チリメンよりやや大きいサイズでの佃煮用などがあり、特にキロ単価が高く加工・流通段階での収益性の高い釜揚げ用で漁獲するには、大きな加入尾数を必要とする。加入尾数300億尾を期待して残存尾数を20億尾とする管理目標は、乱獲の危険性をより小さくすると共に、こうした需要に対応できるよう設定されている。

このように両県漁業者と国を含めた水産行政・研究機関は、イカナゴ資源を持続的に利用できる

年	月別採集数(尾/km)										夏眠初期	夏眠末期	生存率
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	5~7月	10~12月		
2007		1,128	2,180		1,682		1,039		544	1,654	792	0.48	
2008	77	45	49			121		68	30	47	49	1.04	
2009		435	438				740		501	436	621	1.42	
2010		792	3,306				1,333		1,589	2,049	1,461	0.71	
2011		964	2,910				425		518	1,937	472	0.24	
2012	230	378		1,721			1,869		1,324	1,050	1,596	1.52	
2013	462	1,268	2,597						1,690	1,933	1,690	0.87	
2014	146	1,670		110			49		116	890	82	0.09	
2015	119	61	132		47	1	4	7	5	97	5.3	0.06	
2016	0.5	86	41	51		2	3	5	3	59	5.3	0.06	
2017	2.3	15	12	6	0.9			0.5	0.5	11	0.5	0.05	

表1 夏眠魚採集数と生存率.

：生存率<0.3

よう協力して資源管理を行ってきた。これらの取組の結果、2001年以降はほぼ20億尾以上の当歳資源を残して終漁し、翌2002年から2014年までは平均301億尾の加入資源を得ることができた。しかし、2014年漁期末に残存尾数48億尾で終漁したものの、翌2015年は加入尾数は89億尾と少なく、2015年漁期末も残存尾数33億尾で終漁したが、翌2016年は加入尾数がさらに少なく解禁できなかった。その後も資源管理では最も厳しい制限である禁漁を続けているが、資源は回復せず、イカナゴ漁は3年連続して禁漁となっている。

## 2. イカナゴ資源低迷の原因

イカナゴ資源低迷の原因を明らかにするため、中村他(2017)は1976年以降蓄積してきたデータを整理・解析した。イカナゴ資源については、当歳魚の加入尾数、漁獲尾数、残存尾数、夏眠魚採集数(月別)およびその肥満度、ボンゴネット仔魚採集数(1月下旬)のデータがあり、資源の加入から漁獲、夏眠、産卵、ふ化・成長を経て翌年の加入に至る各過程における個体数の前後関係を調べることができる。ここでは、近年のデータや知見を追加して、資源低迷の原因を検討した結果を紹介する。なお、イカナゴに関する図表の多くは中村他(2017)に掲載されているため省略する。

残存尾数と夏眠初期採集数(5~7月平均)、夏眠初期採集数(5~7月平均)と夏眠末期採集数(10~12月平均)、夏眠末期採集数(10~12月平均)とボンゴネット仔魚採集数、ボンゴネット仔

魚採集数と加入尾数との関係をそれぞれ調べると、夏眠初期採集数と夏眠末期採集数及び夏眠末期採集数(概ね産卵親魚数に相当)とボンゴネット仔魚採集数との関係においてばらつきが大きく、夏眠期における生残とふ化後の1ヶ月程度の生残が資源の増減に大きく影響している。なお、残存尾数と夏眠初期採集数(5~7月平均)との関係も比較的ばらつきが大きい。このことには残存尾数の推定誤差の大きいことが影響している。

### ①夏眠期の生残

夏眠魚は瀬と呼ばれる直径2mm前後の砂が堆積する伊勢湾口外側の出山海域の他に、出山海域西側の瀬木寄瀬や渥美外海沖にも分布しているが、採集点は夏眠魚が高密度で採集される出山海域に設定されている。夏眠魚採集数の月平均値は4月から6月にかけて増加し、9月にかけて大きく減少するが、10月以降やや増加する。

夏眠魚5~7月平均採集数 $S(5-7)$ に対する夏眠魚10~12月平均採集数 $S(10-12)$ の関係をみると、ばらつきは大きい。夏眠魚10~12月平均採集数が夏眠魚5~7月平均採集数より少ない傾向がある。平均採集数の比 $(S(10-12)/S(5-7))$ を夏眠魚の生存率として、その平均を求めると0.57であり、夏眠魚は夏眠期間中に概ね60%程度に減少する。ここで、生存率の低い年に注目すると、1993年と2014年以降に夏眠魚の減少が大きく、生存率が0.1を下回っている(表1)。減少の時期は年によりやや異なるが、採集数は6月から9月の夏季を中心に大きく減少している。このように、夏眠魚の

生存率は2014年から平年の1/5以下に大きく低下しており、資源の低迷に大きく影響している。

北方系の魚種であるイカナゴは高水温に弱く、25°Cと27°Cの間に生存限界のあることが明らかにされている(山田, 2011)。そこで、出山海域の夏眠場に近い観測点A1の水深30mにおける9月の水温(年間で最も高い)と夏眠魚の生存率との関係を調べたが、25°Cを大きく上回る年は少なく、有意な関係は認められなかった。しかし、夏眠魚の肥満度を過去と近年とで比較すると、2015年以降は夏から秋の肥満度が3前後とそれ以前に比べて低く、近年は夏眠魚が夏以降衰弱しており、このことは生存率低下の一因と考えられる。

また、夏季に夏眠魚が大幅に減少するようになった2014年以降、シラス(カタクチイワシ)の漁獲量が夏季に月100tを下回る極端な不漁がみられるようになった。そこで、夏眠魚の生存率と夏シラス(7~9月)漁獲量との関係を調べたところ、両者は変動がよく類似し、夏シラスが少ないと生存率が低い傾向がみられた( $r = 0.658, p < 0.01$ )。

プランクトンを餌とするシラスが夏季に少ないことは、海域の生産性が低いことを示しており、夏眠魚の肥満度の低下も生産性の低下に伴うものと考えられる。また、イカナゴやシラスは多くの魚種の餌料となっていることから、夏季の生産性の低下にともなう餌料生物の減少が夏眠魚への捕食圧の増大を招き、生存率低下の一因となっている可能性がある。

#### ②ふ化後の生残

ふ化後の生残(再生産成功率を代用)については、冬季に降水量が多く( $r = -0.434, p < 0.01$ )、渥美外海の水温が高い(黒潮系暖水の影響が強い)と( $r = -0.686, p < 0.01$ )、生残率が低い傾向がある。湾口部でふ化した仔魚の沖合への分散や餌料プランクトンの減少が関与すると考えられる。近年渥美外海沖合の水温は高い傾向があり、このこともイカナゴ資源低迷の一因と考えられる。

### 3. 海況と水産資源の長期変動

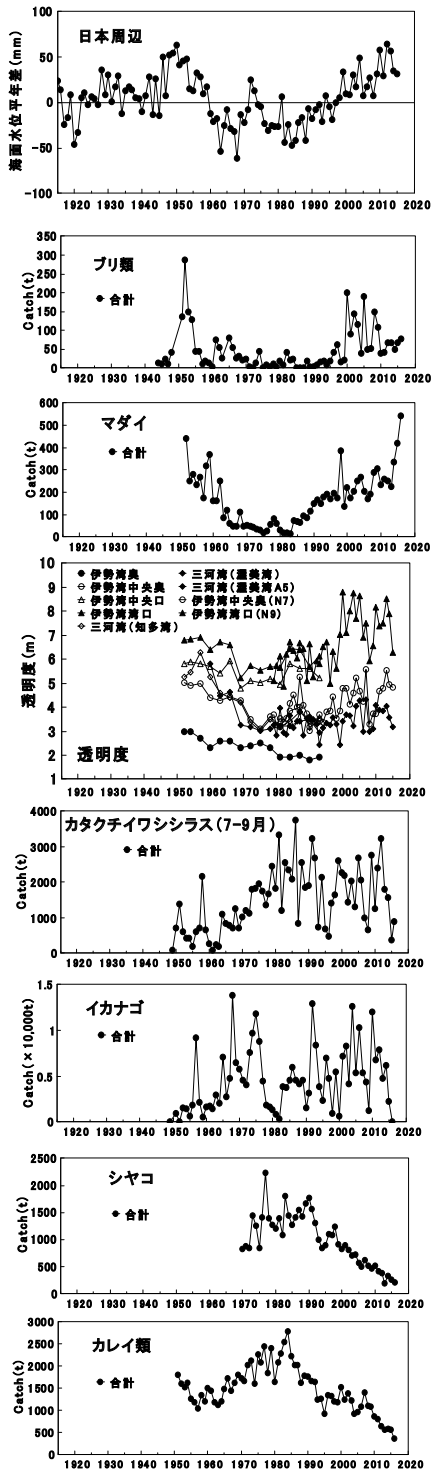
近年イカナゴや夏シラスの不漁の他、カレイ類

やシャコ等の内湾底魚資源が減少しているのに対して、サワラやマダイ等は増加している。イカナゴ資源の低迷は、このような魚種交替をともなった現象であり、地域の水産資源に広く影響する海況の長期変動の関与が想定される。そこで、中村・大古田(未発表)は、渥美外海沖合60マイルにある観測点A19における1964年以降のデータで水温と塩分の長期変動を調べ、日本沿岸の海面水位との関係を調べた。

渥美外海では、表層に低塩の沿岸水があり、水深100m前後に高温・高塩の黒潮系暖水があって塩分は極大となる。そして、水深とともに水温と塩分は低下し、水深400~500m付近に低温・低塩の親潮由来の北太平洋中層水があり、塩分は極小となる。

解析の結果、水温は表層では温暖化の影響で上昇し、50m以深では黒潮大蛇行の頻度低下により低下しているが、近年は大蛇行でなくても高い傾向がある。一方、塩分は、表層~水深200mでは低下し、水深400~800mでは上昇しており、中層水の塩分極小層は1990年頃には水深500m付近にあったが、2015年頃には水深400m付近に上昇している。そして、水深100m前後にある塩分極大層では塩分の低下が見られ、水深100mの水温・塩分ダイヤグラムにより、同じ水温でも塩分が低い方へシフトする傾向がみられた。

水深100m付近を中心とした塩分の低下は、黒潮や親潮の影響の強弱によるものであれば水温の低下を伴うが、水温の低下を伴わないことから塩分の低い対馬暖流の影響が想定される。そこで、気象庁が公開している日本沿岸の海面水位([http://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/shindan/a\\_1/sl\\_trend/sl\\_trend.html](http://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/shindan/a_1/sl_trend/sl_trend.html))との関係を調べた。海面水位は、黒潮内側域(関東・東海及び近畿・九州(太平洋側))と対馬暖流域(北海道・東北及び北陸・九州(東シナ海側))とで変動がよく類似しており、1990年頃から上昇して2010年以降高い水準にある。日本沿岸全域の平均値によると、海面水位は1945~1955年頃にも現在のような高い時代があった。



水深 100m 塩分は、対馬暖流域の北陸・九州（東シナ海側）の海面水位から黒潮内側域の関東・東海における海面水位を引いた値と強い負の相関がみられ ( $r = -0.661, p < 0.001$ )、短期変動もよく対応している。このことは、東シナ海の低塩分水が黒潮内側域にも流れ込んでおり、対馬暖流域の海面水位が黒潮内側域より相対的に高ければ、塩分の低い対馬暖流の流入が強いことを示している。

塩分と相関がみられた対馬暖流域と黒潮内側域の海面水位の差は、長期的に日本沿岸全域の海面水位が高い時代に大きい傾向があり、海面水位が高かった 1945～1955 年頃も現在のように塩分の低い対馬暖流の流入が強かったと考えられる。日本沿岸全域の海面水位と愛知県県の漁獲量とで変動を比較したところ、対馬暖流域で漁獲量が多いブリ、サワラ、マダイ、ヒラメは海面水位と長期変動がよく類似し、海面水位の高い 1945～1955 年頃や近年に多い。これらは、対馬暖流域の海面水位の上昇にともない、塩分の低い対馬暖流域から黒潮内側域への流量が増加した結果、分布域が当県海域に及んだものと考えられる。

一方、カレイ類やシャコなど内湾の底魚類、イカナゴや夏のカタクチシラス（主に内湾の産卵場から供給）など内湾の浮魚類は、日本沿岸全域の海面水位と逆位相の変動傾向が見られる。また、伊勢・三河湾の透明度は長期的に日本沿岸（全域）の海面水位に約 10 年遅れて高い傾向がある。海面水位の変動にともなった海洋環境の変化が海域の生産性や魚種交替をとまなう水産資源の変動に影響していると考えられる（図 3）。

#### 4. 地先資源の評価と管理

イカナゴの親子関係を夏眠末期採集数（10～12 月平均）と加入尾数との関係でみると、リッカー型再生産式があてはまり、ばらつきがある程度小さいことから、MSY 管理が概ね可能といえる。これを残存尾数と再生産成功率との関係で見る

図 3 日本沿岸の海面水位（全域平均）、愛知県県の漁獲量及び伊勢・三河湾の透明度の推移。

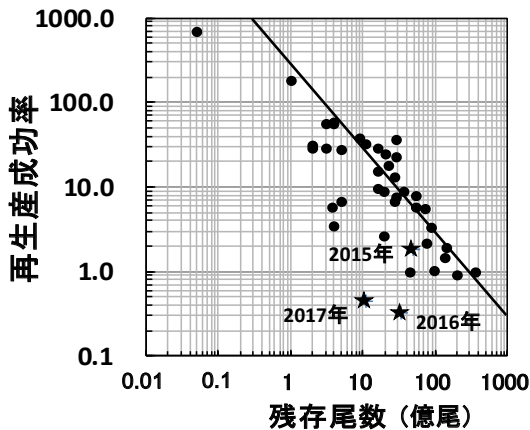


図4 残存尾数と再生産成功率の関係。

と、300億尾の加入尾数を得ることのできる関係に対して、残存尾数が20～40億尾で再生産成功率が高く、加入尾数が目標である300億尾を上回る可能性が高くなっている(図4)。

しかし、2015年は前年の残存尾数48億尾に対して再生産成功率は1.85と低い。また、2016年以降の残存尾数を夏眠初期採集数(5～7月平均)により推定すると、禁漁となった2016年は残存尾数33億尾に対して再生産成功率が0.33、2017年は残存尾数10.8億尾に対して再生産成功率が0.44と推定される。このように、2015年以降は残存尾数に対して再生産成功率がそれ以前に比べて概ね1桁以上低いため、現状では禁漁を継続して可能な限りイカナゴ資源を保護し、再生産成功率及びそれともなう資源の回復を待つかない。

沿岸の漁船漁業は操業海域が限られており、来遊資源の変動が大きいことから複数の魚種を対象とすることで経営の安定化を図っている。先に示したように、沿岸資源も魚種交替をとまって大きく変動しており、資源の状況は種により好不調の差が大きい。資源の好不調により再生産成功率と漁獲圧の相対的なバランスが異なることから、資源状況に合わせて漁獲圧を調整する必要がある。特に、好調な資源に努力量を向けることは、不調な資源に対する努力量の削減につながるので合理的といえる。資源状況を的確に把握して、不

調な資源に対して資源管理を強化する一方で、好調な資源を積極的に利用していくことが重要と考えられる。

近年のイカナゴ資源の低迷は、海洋環境の変動による再生産成功率の低下が資源管理の効果を上回っていることによるもので、資源管理の効果を否定するものではない。イカナゴを漁獲する船びき網漁業は、イカナゴの再生産成功率が将来回復することを期待して、いかなご船びき網の禁漁だけでなく、いわし類を対象とするしらす船びき網やばっち網の湾内における操業を、イカナゴが湾内に分布する可能性のある4月あるいは5月まで自主規制している。また、船びき網漁業はいかなご船びき網としらす船びき網あるいはばっち網を兼業しており、イカナゴ資源の低迷に対して、カタクチイワシ資源や近年比較的好調なマイワシ資源を禁漁区の設定や操業時間の制限により適切に管理・利用することで経営の安定化を図っている。

また、さまざまな資源を漁獲する底びき網漁業についても、減少・低迷している底魚資源は再生産成功率が低下し、漁獲圧が過剰な状態になっているため、網目を大きくして小型の底魚資源を保護し、大型のサワラなど好調な資源の利用を図っている。沿岸の漁船漁業では、それぞれの資源状況に合わせて複合的に管理していくことが重要と考えられる。

#### 参考文献

- [1] 船越茂雄(1991) 伊勢湾のイカナゴの資源管理. 水産振興, 283, pp58.
- [2] 系川貞之(1976) 伊勢湾産イカナゴの資源研究-I, 当才魚の成長について. 昭和51年度三重県伊勢湾水試事報, 151-156.
- [3] 愛知県・三重県(1993) イカナゴ資源管理推進指針, pp26.
- [4] 愛知県(1994) 資源管理型漁業推進総合対策事業報告書, pp45.
- [5] 中村元彦・植村宗彦・林茂幸・山田大貴・山本敏博(2017) 伊勢湾におけるイカナゴの生態と漁業資源. 黒潮の資源海洋研究, 18, 3-16.
- [6] 山田浩且(2011) 伊勢湾におけるイカナゴの新規加入量決定機構に関する研究. 三重水研報, 19, 1-77.

