

後志北部海域沿岸におけるイカナゴ稚魚漁業の特徴について

星野 昇*

Characteristics of juvenile sand eel (*Ammodytes personatus*) fishing in the north coastal waters off Shiribeshi, Hokkaido.

Noboru HOSHINO*

The catch of juvenile sand eel (*Ammodytes personatus*), one of the most important species in Shiribeshi, Hokkaido, has been decreasing in recent years, especially in northern Shiribeshi. The characteristics of the fishery products and catch fluctuations were investigated in order to understand the recruitment mechanism of sand eel stock in northern Shiribeshi. Using otolith (lapillus) increment analysis, the frequency distributions of hatch dates sampled in northern Shiribeshi were shown to be polymodal as is the case in southern Shiribeshi, suggesting that spawning intense on several occasions during each fishing season. For each year, the mean individual growth rate in northern Shiribeshi was greater than that in southern Shiribeshi. Factor analysis for catch fluctuations at each fishing site in Shiribeshi indicated that the spawning site of northern Shiribeshi stock was in the coastal sea around Cape Syakotan. The decrease in the sand eel catch in northern Shiribeshi may be attributed to a decline of spawning sites around Cape Syakotan.

キーワード：イカナゴ，稚魚，後志，日周輪，礫石，因子分析，漁獲動向

まえがき

北海道後志地方では、4～6月にイカナゴ仔稚魚（通称コウナゴ）が漁獲される。集魚灯を海面に照らし集群したコウナゴを敷網で漁獲する。小樽市から島牧村にかけての沿岸域一帯（Fig.1）で漁業が営まれ、近年の漁獲量はFig.2に示すとおり、全体で約200～600トンの水準で推移している。積丹半島の東側範囲（後志北部海域）の漁獲量は、2006～2008年に過去最低の水準にまで低下し、漁業関係者や加工業者からは資源状態に対する不安の声があがっている。

後志地方のイカナゴ資源に関する最近の調査研究は、後志南部海域、すなわち島牧村や寿都町にかけての海域において、2000年前後から現在にいたるまで、漁獲物のモニタリングや漁期前調査などが進められてきた。その中で、来遊親魚の年齢組成¹⁾、耳石解析による漁獲物のふ化日組成と個体成長および海水温との関係²⁾などが明

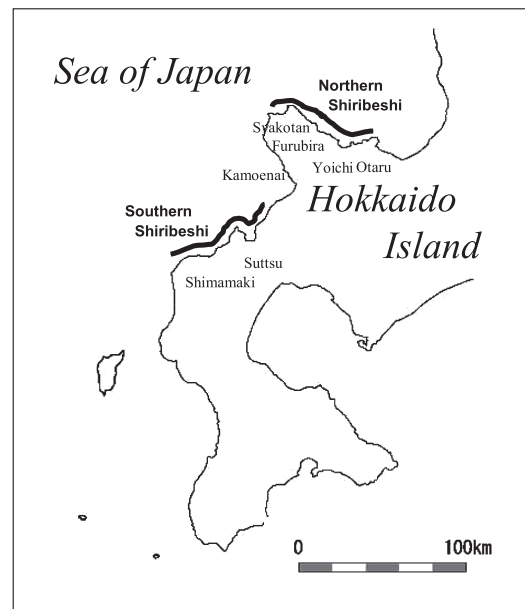


Fig.1 Fishing grounds of juvenile sand eel in Shiribeshi.

報文番号 A457 (2010年07月30日受理)

* 中央水産試験場 (Central Fisheries Research Institute, Hamanaka-cho Yoichi Hokkaido, 046-8555, Japan)

らかにされている。一方、後志北部海域ではそのような調査研究が行われておらず、漁獲対象となる資源の特性には不明な点が多い。例年、後志北部海域で漁獲対象となるのは、南部海域に比べ比較的大型の群で、漁期もやや遅くなる傾向のあることが知られている。しかし、その漁獲物の特徴や漁獲動向を後志南部海域と比較するなどの検討を行った事例はない。

イカナゴ漁業は春季のごく短い期間に集中して行われるが、操業経費がさほどかからず魚価も比較的高いので後志地方沿岸の漁家経営にとって依存度は高い。したがって、近年の後志北部海域における漁獲量急減の背景について研究を進めることは喫緊の課題であり、そのためには、最も基本的な情報として、漁獲動向や漁獲物の特徴に関する知見を得る必要がある。

そこで、2008～2010年の3か年に、後志北部海域の主要産地のひとつである余市町沖合で漁獲された漁獲物の耳石解析によるふ化日組成および成長傾向と、1985年以降の各産地の漁獲量や漁期の推移を、後志南部海域の特徴と比較しながら検討した。本稿では、得られたいくつかの結果に基づき、後志北部海域産イカナゴの資源生態的特徴と、ここ数年の減少傾向の背景について考察する。

材料と方法

1. 漁獲物の特徴

2008～2010年の3か年について、後志北部海域の主要産地である余市町沖で漁獲され、余市郡漁業協同組合に出荷された漁獲物の中から10kgを標本採集し、70%アルコールで保存後、よく混ぜ合わせてから一つまみ10～15g程度を抽出し、そのすべてを標本とした。標本処理の過程で耳石を破損した個体を除き、データ処理に供した標本数をTable 1に示す。また、比較のため、それぞれの年の同時期に後志南部海域の島牧、寿都沿岸において漁獲された漁獲物標本を用いた。標準体長をデジタルノギスを用いて0.01mm単位で計測した。

イカナゴ稚魚の扁平石に形成される輪紋については、ふ化輪の位置や輪紋の日周期性が確認されている^{3,4)}。前述のとおり、後志北部海域産のイカナゴ稚魚は、体長40mm以上の比較的大型のものが漁獲主体となる傾向がある。イカナゴ稚魚の扁平石では、体長35mm前後から二次核状の組織が輪紋を覆うように形成され始め、輪紋の観察に際しては研磨などの処理が煩雑なうえに、ふ化輪付近や縁辺部の輪紋が著しく不明瞭になる。一方、本種の礫石は、扁平石より体成長に対する伸長は遅いものの、大型個体についても輪紋が明瞭に観察できる (Fig.3)。そこで、本研究では標本から礫石を採取しその輪紋数を計数

した。

礫石については、ふ化輪の特徴や輪紋の日周期性は確認されておらず、観察された輪紋数をそのまま日齢と読み替えることはできない。そこで、Table 1に示した標本のうち、2009年の後志南部海域の標本については、礫石

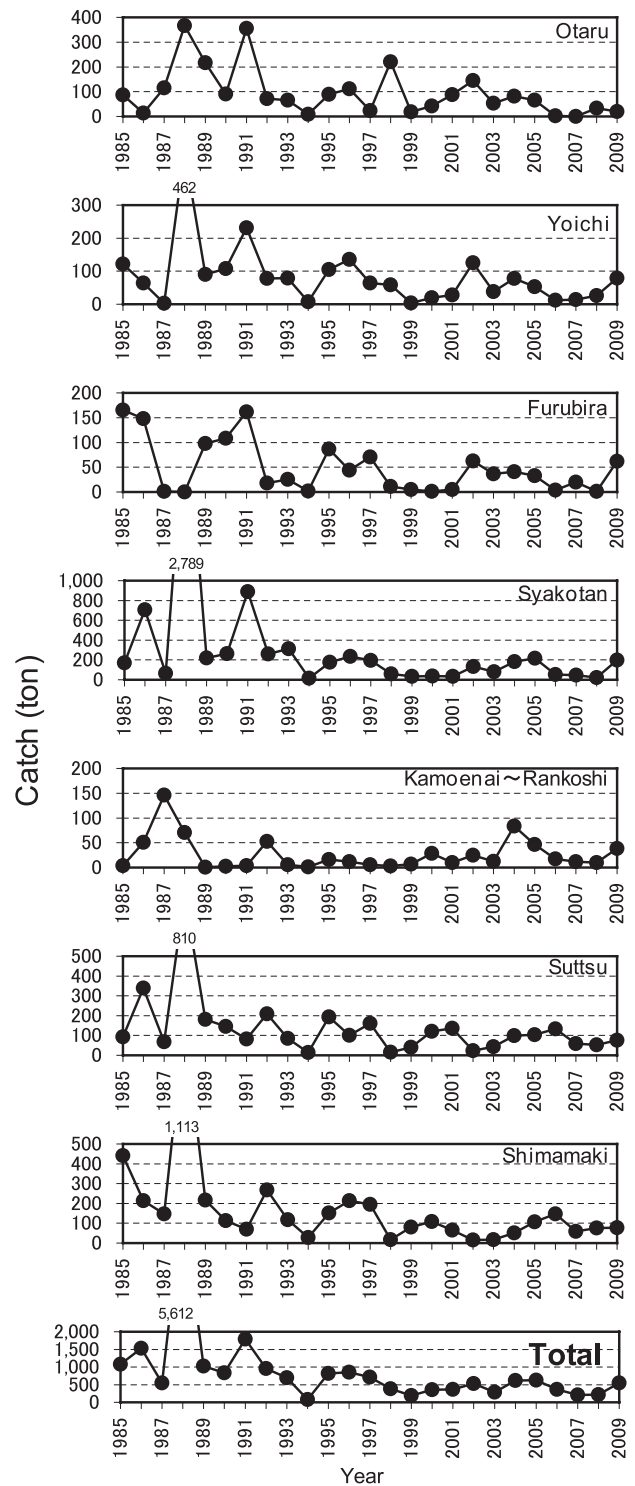


Fig. 2 Catch of juvenile sand eel in each fishing area off Shiribeshi (Statistics; Hokkaido Suisan Gensei).

と扁平石を採取し双方の輪紋数を計数した。礫石のふ化輪の位置は、核から9~10 μ m付近に形成されているひととき明瞭な輪紋 (Fig.3) とみなした。輪紋の計数については、礫石、扁平石のいずれも耳石表面を0.05~0.1Nの塩酸で輪紋や核が明瞭に観察できるまで浸漬した後、アルコール系樹脂で封入し、対物レンズ100倍の光学顕微鏡の観察像をCCDカメラによりPCモニタに出力し、その画像上で行った。

各漁獲物標本のふ化日組成を次のように得た。2009年後志南部海域の標本で得られた各個体の礫石と扁平石の輪紋数の差のデータ群 (結果の項Fig.4参照) から、擬似乱数によって一つの値を抽出する。各漁獲物標本について、得られた礫石の輪紋計数データ群から擬似乱数によって抽出した値にこれを足すことで1個体分の日齢を得て、それを採集日から減じて当該個体のふ化日を得る。この工程を各漁獲物標本について1,000回繰り返す、それぞれの標本のふ化日組成をブートストラップ標本組成として得た。

2. 漁獲動向

各産地の漁獲動向にみられる相互の関連性をみるため、「北海道水産現勢」の中から、各市町村のイカナゴ漁獲量のうち「火光を利用する敷網 (知事許可漁業)」による漁獲量数値を集計し、因子分析 (最尤因子推定法, varimax回転) を行った。因子分析のケース値には、t年の漁獲量に対するt+1年の漁獲量 (漁獲量の年増加率) を対数変換した値を用いた

また、各産地の漁期およびCPUEを把握するため、後志北部海域については、北海道漁業協同組合連合会発行の「鮮こうなご日報」の日別・産地別漁獲量および出漁隻数を集計した。後志南部海域については、寿都町漁業協同組合における荷受け伝票から日別漁獲量および出漁隻数を集計した (後志地区水産技術普及指導所調べ)。各産地の毎年の漁期を定量的に評価、比較するため、毎年の漁獲総重量を1とした場合の累積漁獲量の日変化に対しロジスティック曲線を適合させ、Y軸数値が0.5に

対する日付値を「盛漁期」と考え、これらを産地・年ごとに求めて比較した。

結果

1. 漁獲物の特徴

Fig.4に、2009年の後志南部海域の46標本について、各個体の扁平石の輪紋計数値から礫石の輪紋計数値を引いた値の頻度分布を示した。最頻値は0、すなわち、礫石と扁平石の輪紋計数値が同じとなった個体が最も多かった。しかし、双方の輪紋計数値が異なる個体も多く、最も大きく異なった個体で6本の差異が認められ、礫石の輪紋の方がやや少なく計数される傾向にあった。両耳石の輪紋計数値の差と体長の間には相関がなく (p>0.05)、小型で若日齢の個体でも計数値が大きく異なる場合があった。以上のことから、礫石に形成される輪紋については、ふ化輪とみなした輪紋の位置から縁辺側に形成された輪紋は、概ね扁平石に形成される輪紋数、すなわち日齢と対応するものではあるが、主にふ化輪とみなした輪紋から縁辺方向に10 μ m程度の範囲における、

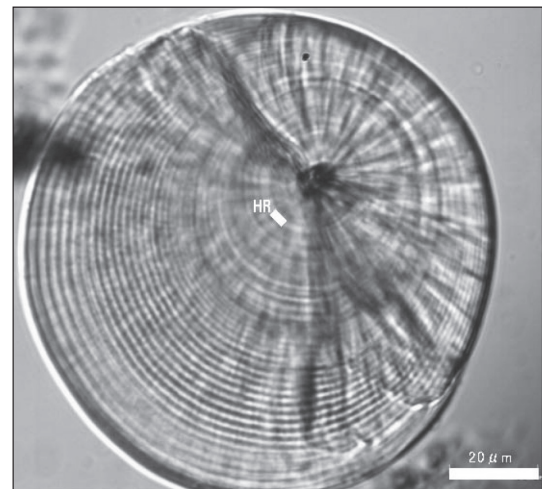


Fig.3 Photograph of a lapillus of a juvenile sand eel. HR (hatched ring) indicates an increment formed at the hatch date.

Table 1 Sampling information for the sand eels used in this study.

Sampling area	Sampling date (Year/Month/Day)	N	S.L.(mm)	
			mean	min-max
North	2008/5/19	44	40.4	30.8-52.5
South	2008/5/24	44	35.3	20.0-48.6
North	2009/5/21	50	41.9	34.1-49.2
South	2009/5/22	46	31.7	21.0-48.0
North	2010/5/22	36	28.1	20.0-39.1
South	2010/5/21	39	24.5	14.9-34.8

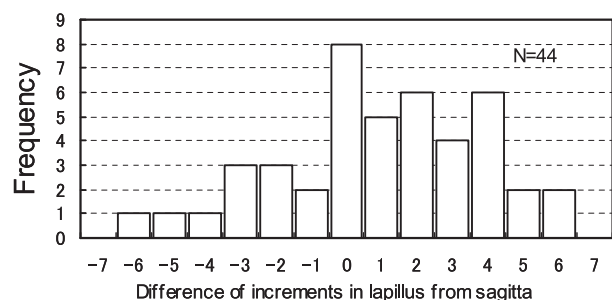


Fig.4 Difference in the increment of lapillus from sagitta in the southern Shiribeshi sample in 2009.

やや不明瞭な観察域における計数精度の違いにより、礫石の方が少なく計数される傾向にあると考えられた。

そこで、3か年・2海域、計6標本のそれぞれについて、Fig.4の輪紋数差異のデータ群から擬似乱数により抽出した値を、礫石測定値のデータ群から擬似乱数により抽出した値に加算して日齢を得て、標本採集日から減じてふ化日推定値を得るという工程を1,000回くり返し、各標本のふ化日組成とした (Fig.5)。2008年の標本については、後志南部海域産が4月上旬にふ化した個体が最も多く、後志北部海域産では3月下旬、4月上旬、4月中旬の複数時期にモードがみられた。2009年の標本では、後志南部海域産が3月中旬から4月下旬にかけてほぼ毎旬にふ化日のモードがあるのに対し、北部海域産では3月下旬と4月上旬の2群が主体となっていた。2010年の標本では、2008、2009年に比べ両海域産とも期間前半

のふ化個体が少なく、4月中旬のふ化群が主体となっていた。これら3か年分の対比から、これまで不明であった後志北部海域産の漁獲物についても、基本的にはおおよそ旬ごとの間隔で集中的にふ化したいくつかのふ化群で構成されるという、後志南部海域における特徴²⁾と同様であることがわかった。ふ化時期の範囲についても後志南部海域と同様であるが、毎年の漁獲物の主体となっているふ化群は後志南部海域と異なる傾向があった。

Fig.6に、ふ化時期(旬)ごとに採集時の体長平均値を示した。同時期にふ化した群を北部、南部両海域間で対比すると、ふ化から採集時までの成長量は、3か年とも後志北部海域産の方が大きい傾向が明瞭であった。2008年については後志北部海域産標本の採集日が5日遅いため、そのまま比べられないが、その間の成長量を0.7 mm/day²⁾と想定しても後志北部海域産の成長量が勝る。

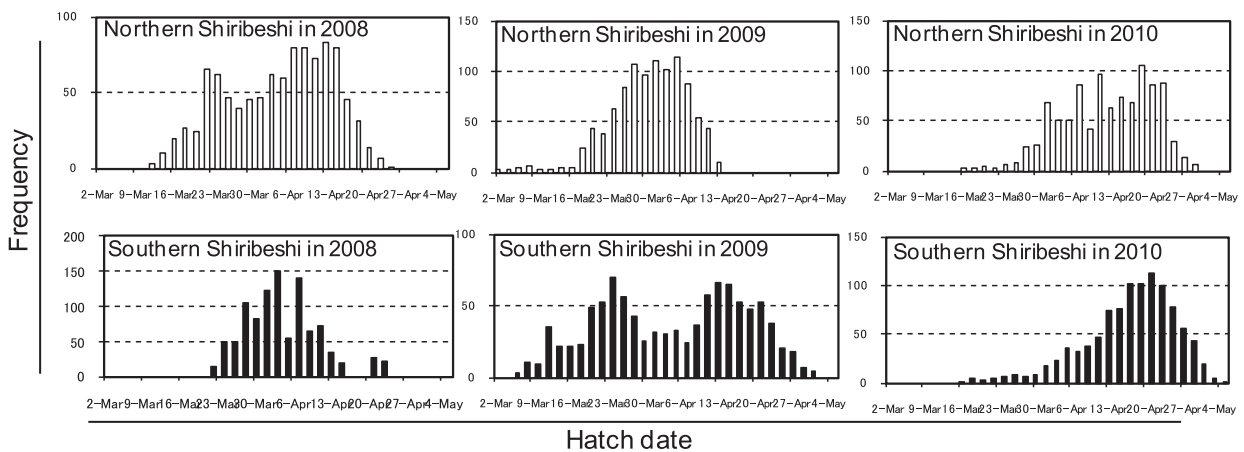


Fig.5 Bootstrap distributions of hatch dates of the juvenile sand eel.

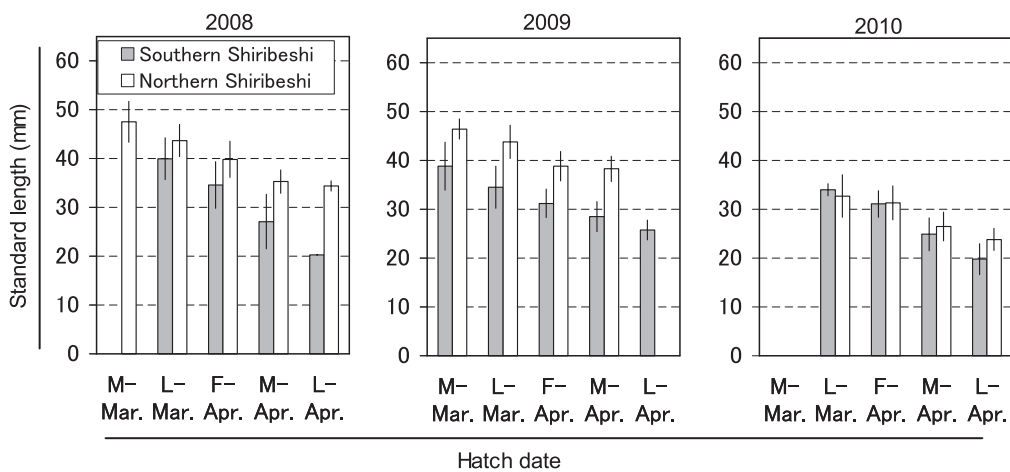


Fig.6 Mean values of body length estimated for each hatch-timing group. "F", "M" and "L" indicate the first, middle and last ten days of each month, respectively.

3 年とも期間後半にふ化した群の方が、海域間の差が大きかった。2010年の3月下旬および4月上旬のふ化群のみ両海域間で差がなかった(ANOVA, P>0.05)。また、2010年はその他2か年と比べ、特に後志北部海域産で成長量が著しく小さかった。

2. 漁獲動向

Fig.7に、各地域の漁獲量年間増加率(対数変換値)をケース値とした因子分析を、漁獲統計のある1985~2009年の全期間と、それを2分して、1985~1997, 1998~2009年の2期間、それぞれについて行い、第一、第二因子負荷量をヒストグラムで示した。第二因子負荷量までの累積寄与率は65%であった。いずれの期間に対する解析結果からも、後志管内各地域の漁獲量増減をもたらす共通因子として、積丹半島先端から西側にかけての範囲(北部海域因子)と、寿都から島牧方面範囲(南部海域因子)の2要素が検出された。1985~1997年の期間については、寿都~島牧方面の漁獲増減に北部海域因子が、余市・小樽方面の漁獲増減に南部海域因子がいずれも同方向のベクトルを持っており、それぞれの海域に漁獲増をもたらす共通因子は、他方の海域の漁獲増と同調している。しかし、1998~2009年では、北部海域因子は寿都~島牧方面に無作用で、南部海域因子は積丹から余市・小樽方面に対し逆方向のベクトルを示しており、南部海

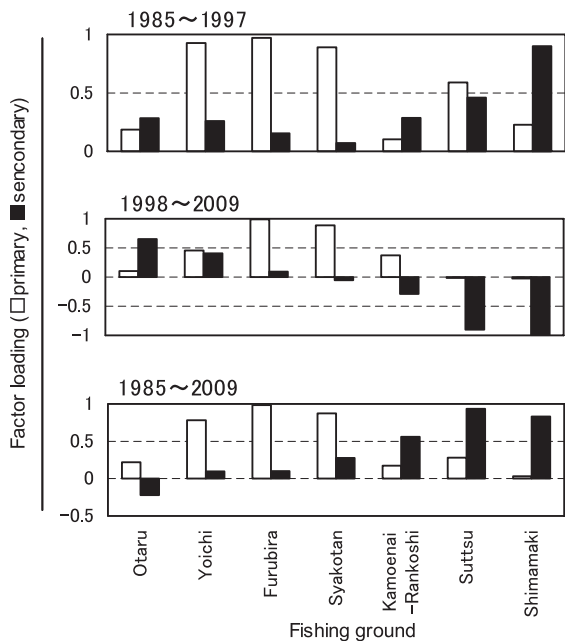


Fig.7 Results of factor analysis for catch fluctuations of juvenile sand eel in the coastal sea area off Shiribeshi.

域で漁獲が前年を上回る年は、北海域ではむしろ減少するといった傾向を示すものとなっている。

Fig.8に、毎年の延べ出漁隻数の得られている2001年以降のCPUE(漁獲量/延べ出漁隻数)を北部海域、南部海域について示した。ただし、両海域では漁獲物の主体サイズや努力量あたりの漁獲効率などが異なることが想定されるため、平均値に対し標準化した値で示した。また、北部海域については、さらに小樽・余市海域と古平・積丹海域に細分した値も示した。北部、南部それぞれの海域のCPUEの変化は基本的に同傾向で推移しているといえるが、2002年や2010年に大きな差異がみられるなど、必ずしも同調しない年がある。北部海域については、小樽・余市海域と古平・積丹海域の増減の傾向は同調的であるが、2005, 2006, 2008年には大きく乖離するなど、異なる年もある。

Fig.9に、各地域の毎年の累積漁獲量推移にロジスティック曲線を適合させて推定した、漁獲量が50%を超過した日付の年推移を、4月20日を基準日として示した。これを毎年の“盛漁日”とみなすと、北部海域の2地域範囲の盛漁日は南部海域より5日間から10日間程度

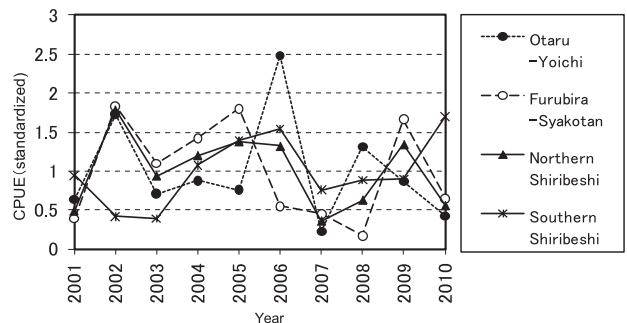


Fig.8 Change in the standardized CPUE for each fishing area.

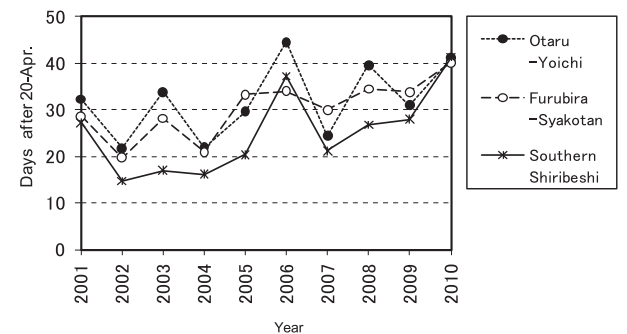


Fig.9 Change in the major fishing season for each fishing area.

遅い傾向があり、その年変化は概ね同傾向で推移していることが示された。

考察

後志北部海域で漁獲されるイカナゴ稚魚資源については、漁期が後志南部海域より5~10日程度遅く (Fig.9)、また、例年の傾向として漁獲物が後志南部海域より大型である。これらのことから、北部海域で漁獲される資源は、南部海域に産し成長に伴って北部海域に移動してくる資源であるという考え方を持つ漁業関係者が多い。まず、その可能性について、得られた結果に基づき考察する。

北部海域の漁獲物が南部海域からの移動群を中心に構成されているとすれば、北部海域産の漁獲物のふ化時期は南部海域産のものより相対的に早くなるはずである。しかし、本研究で対象とした2008~2010年の3か年については、その傾向は認められなかった (Fig.5)。北部海域 (余市沖) で漁獲された漁獲物標本のふ化日組成は、南部海域の例年の傾向である、ふ化の集中する時期が数回あり、いくつかの「ふ化群」で漁獲物が構成されるという特徴と基本的に同様であった。Fig.5に示した各年、各海域のふ化日組成は、その年、その海域のふ化日組成を代表するものではない。星野ら⁵⁾が後志南部海域について示すとおり、漁獲物組成は、例年、出漁日によって、あるいは出漁船によってその都度大きく異なる。しかし一方で、漁期後半であればその年に発生したふ化群の大半は、ひとつの漁獲物標本のなかに確認できると考えてよい⁵⁾。これらのことから、北部海域のふ化時期は、南部海域に対して特に早いとはいえず、両海域で同様のふ化時期であると考えられる。

また、北部海域の漁獲物は同じ時期にふ化した南部海域産の漁獲物に比べ、成長量が大きいということが示された (Fig.5)。もし、南部海域に産した資源が体成長とともに遊泳能力が高まることで、北部海域に移動するならば、採集時点で体長がさほど大きくはなっていない4月中旬など遅い時期のふ化群で、より顕著に認められた成長量の海域差は生じないはずである。ふ化から漁獲に至る間の海域特性が異なっていることが、海域間の成長差をもたらしていると考えるのが妥当であろう。

以上のことから、北部海域で漁獲対象となる資源は、南部海域から移動してきたものが主体ではなく、北部海域沿岸に産した資源が基本となっている可能性が大きい。

海域間の成長差をもたらす要因については、星野ら²⁾が、南部海域産資源の成長について水温の影響を強く受

けることを示しているが、北部海域の表面水温には南部海域と大きな違いは認められていないので、水温差のみが成長差の主要因になっているとは考えにくい。また、漁業関係者の多くは、北部海域は南部海域に比べ集魚灯に蝟集する小型甲殻類など他の生物が多い傾向にあるという。もし、北部海域の方が何らかの海洋環境条件の違いなどにより小型生物の分布密度が高い傾向にあるとすれば、それは同時に、イカナゴ稚魚の主要餌生物といわれる小型かいあし類⁶⁾などの密度も高いということになる。すなわち、餌環境の差が成長差をもたらしている可能性もある。一方で、イカナゴ稚魚以外の生物量が多い状況では、長時間の海面照射は他生物の混獲が増加し魚価を下げる要因となるため、照射時間を短くすることにより、結果的に光に向かう遊泳能力の強い大型個体のみが先に選択的に漁獲されている可能性もある。イカナゴ稚魚は、日中は表層から中間層に、夜間は底層に分布し、視覚依存の索餌行動をとるとされる⁷⁾。操業は、夜間に強い光を集中的に照射すると表層に向かって移動して同時に蝟集した小型生物を摂食することを利用して漁獲している。そのため、分布水深が深い場合には、成長段階の早い小型個体は集魚灯に蝟集されず底層付近に留まっている状態となっている可能性もある。成長の海域差をより詳しく検討する際には、このような視点を加える必要がある。

Fig.8に示したとおり、2001年以降のCPUEは、北部海域、南部海域間で同様のトレンドを示している。また、毎年、盛漁期も各海域で同調して推移する傾向がある (Fig.9)。これらのことは、両海域に來遊する産卵群は基本的に同一の資源変動下にあり、北部海域の産卵量の多い年は南部海域でも多くなるといった傾向によって、稚魚資源の加入量も同調して推移していることを示唆している。その一方で、1985年以降の漁獲動向の因子分析では、北部海域、南部海域それぞれの変動を特徴付ける別個の因子が検出され、1998年以降の両海域の漁獲量の年間増加率は、それ以前と比べ相反している傾向を示した (Fig.7)。これには、両海域のCPUE動向 (Fig.8)にも現れているように、2002年など漁獲状況が両海域で大きく異なる結果となった年が反映されている。これらのことから、毎年のイカナゴ稚魚の加入量は、大局的には後志沿岸一帯に來遊する親資源の豊度によって決定付けられてはいるが、その多寡は必ずしも北部海域と南部海域では同調しておらず、特に近年は、その傾向が明瞭に現れている状況と考えられる。さらに、北部海域全体のCPUEが南部海域と同様のトレンドを示すにもかかわらず、北部海域のうち、積丹・古平と余市・小樽のCPUEには相反するような推移をとっている。このこと

は、北部海域の稚魚資源は、年によって積丹・古平方面と余市・小樽方面のいずれかに偏る傾向があることを示していると考えられる。

後志海域においては、近年、親魚の漁獲がほとんどないため、親魚の来遊実態については不明な点が多い。南部海域では、高柳ら¹⁾が2000年に刺し網による親魚の採集調査を行っており、親魚群の年齢組成や産卵時期を把握している。また、漁業者の証言によれば、島牧沖では1～2月に親魚の群泳やクキ現象も認められるといい、これらのことから、寿都～島牧周辺海域に産卵場が形成されていることは確かである。一方、北部海域については、1976～1977年に宮口⁸⁾が積丹半島付近における産卵場の存在を、ホッケの胃中に含まれるイカナゴ卵の出現状況から推定している。これによれば、1月中旬から2月中旬にかけて神威岬および積丹岬沖の水深40～60mの砂礫地帯を産卵場と推定している。その後、最近までに北部海域において同様の調査あるいは親魚の採集調査はないが、宮口⁸⁾の見解と本稿 Fig.7の解析結果に基づき、積丹岬周辺にかけても親魚の産卵が行われているものと考えられる。さらに、小樽・余市と積丹・古平とのCPUEの相反傾向から、小樽・余市海域にも産卵場があり、年によっては積丹岬周辺の産卵場との間に親魚群来遊量のトレードオフがあることも予想される。これらのことを明らかにするためには、積丹町、小樽・余市方面のいずれの海域でも漁期を通して継続的な標本採集を行い、標本のふ化日組成などを追跡する必要がある。

以上をまとめると、積丹半島から島牧村にかけての海域一帯に1～2月に親魚群が来遊し産卵を行うが、特に、産卵の集中する海域は、積丹半島先端付近と寿都～島牧の2海域に大別して捉えることができる。双方の海域のふ化時期には明瞭な違いがないが、ふ化の集中する時期に違いがみられたことから、おそらく産卵の集中する時期にも海域間で差があるとみられる。寿都～島牧海域を主産卵場とし発生した群は、島牧から岩内にかけての海域で漁獲対象となる。積丹半島（先端から西側）を主産卵場として発生した群は、積丹から小樽にかけての海域で漁獲対象となる。そのため、双方の海域の漁獲量年変動は同調的に推移するものの、毎年の漁獲主体となる資源のふ化時期や成長傾向に海域間で差があるため、それぞれに固有の変動要素もみられる、という状況であると推察される。

両海域ともに体長40mm台までは漁獲対象となるが、それより大きなサイズはあまり漁獲対象とならなくなるのが例年の傾向である。このサイズまで成長すると集魚灯に寄らなくなり、潜砂行動をとるようになる⁹⁾ことから、漁獲対象となった資源は砂地の海底付近に分布域を移す

と想像される。石狩湾では、夏季に行われる他魚種の調査で7cm程度まで成長した幼魚が採集されることがあり、また5月頃には定置網類に1歳魚がまとまって混獲されることもある。これらのことから、成熟までの期間は、石狩湾、岩内湾、寿都湾などの砂地のある海域を基本的な分布域としながら、比較的近海を索餌回遊していると考えられる。

その資源量の推移を定量的に解析するだけの情報はないが、漁獲量は1980年代と比べ低水準で推移している。さらに1950～70年代頃までは成魚（オオナゴ）を対象とした漁業も盛んに行われていた¹⁰⁾。このような経過を踏まえた漁業関係者の感覚としては、資源量が明らかに減ってきているという意見が大半を占める。本種の資源変動要因については、水温の影響¹¹⁾、気象や海流の影響¹²⁾、稚魚の親魚による捕食圧¹³⁾など、本州産地においては明らかにされているが、当海域では検討の例をみない。Fig.7で示したとおり、1980年代半ばから1990年代半ばまでは、北部海域、南部海域それぞれの変動要素が、他方の海域に同方向の影響をもたらしていたのに対し、以降は、北部海域の変動要素は南部海域に及ばなくなり、さらに南部海域の漁獲増があった年は、むしろ小樽・余市海域では漁獲減となるといった傾向が現れている。これらのことから、資源量全体が漸減しているうえに、近年は特に南部海域に来遊が偏るなどして、積丹半島の産卵場への来遊規模がより小さくなっていることで北部海域の漁獲減が進行した可能性が考えられる。両海域での漁獲物や漁獲統計のモニタリングにくわえ、産卵期、卵仔漁期に関わる海洋環境の影響などの検出作業も必要である。

要約

1. 近年、漁獲量減少の著しい後志北部海域におけるイカナゴ（稚魚）漁業の減少要因を理解するため、2008～2010年に余市沖で漁獲された漁獲物の特徴と、1985年以降の漁獲動向を、後志南部海域と比較検討した。
2. 耳石（礫石）には扁平石と同様の日周性が認められ、その日周輪解析から、後志北部海域産の漁獲物のふ化時期の範囲は後志南部海域と同様で、いくつかの時期に段階的にふ化した群で構成されていた。主体となっているふ化群のふ化時期は、年間・海域間で異なった。
3. 後志北部海域の漁獲物の方が、南部海域の漁獲物よりふ化からの成長量は大きい傾向があった。
4. 漁獲動向の解析から、後志北部海域の稚魚資源は南部海域と同じ資源変動範囲にある親魚により産み出されているが、北部海域で漁獲対象となる資源は、南部海域と

は異なり積丹半島周辺の産卵場から産み出された資源であることが示唆された。

5. 近年の特徴として、資源量の低下と産卵海域の偏重により、北部海域の産卵場から産み出される資源の規模が縮小傾向であり、これによって積丹町から小樽市にかけての漁獲減が目立つ状況となっていることが推察された。

謝辞

余市郡漁業協同組合、寿都町漁業協同組合、島牧漁業協同組合の職員皆様には標本採集や漁業情報の提供にあたって常々ご協力をいただいている。また、後志南部海域の調査研究は、後志南部地区水産技術普及指導所および島牧村、寿都町両役場と共同で行っている。また、本稿をまとめるにあたり、北海道立総合研究機構水産研究本部、釧路水産試験場の石田良太郎氏、中央水産試験場の高柳志朗氏には有益なご意見をいただいた。皆様に感謝申し上げます。

文献

- 1) 高柳志朗, 石田良太郎: 後志西部海域におけるイカナゴ産卵状況調査. 平成12年度北海道立中央水産試験場事業報告書. 186-194 (2001)
- 2) 星野 昇, 三原行雄, 稲村明宏: 耳石日周輪解析による北海道後志南部沿岸産イカナゴ稚魚の初期成長. 北水試研報. 76, 13-20 (2009)
- 3) 大美博昭, 日下部敬之, 齊藤真美: 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. 16, 1-5 (2006)
- 4) 日下部敬之, 大美博昭, 齊藤真美: 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. 71(4), 263-269 (2007)
- 5) 星野 昇: イカナゴ. 平成18年度北海道立中央水産試験場事業報告書. 54-58 (2008)
- 6) 元田 茂, 田中義昭: 北海道沿岸に來遊するイカナゴ幼魚の生態調査. 第2報 食性. 北水試研報. 7, 56-67 (1950)
- 7) 日下部敬之, 中島昌紀, 佐野雅基, 渡辺和夫: 大阪湾におけるイカナゴ *Ammodytes personatus* 仔魚の鉛直分布と摂餌に対する水中照度の影響. 日水誌. 66, 713-718 (2000)
- 8) 宮口喜一: 積丹水域におけるイカナゴの産卵について. 北水試月報. 34(9), 1-8 (1977)
- 9) 柳橋茂昭, 船越茂雄, 向井良吉, 中村元彦: 伊勢湾産イカナゴの夏眠期における生き残り成熟, 産卵機構. 愛知水試研報. 4, 23-31 (1997)
- 10) 石垣富雄: 北海道周辺のイカナゴ漁業 (その1). 北水試月報. 13, 394-407 (1956)
- 11) 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. 70(2), 114-121 (2006)
- 12) Fujiwara T., Nakata H., Tanda M. and Karakawa J.: Biological and physical parameter of the population dynamics of sand eel larvae in the Eastern Seto Island Sea. *Nippon Suisan Gakkaishi*. 56(7), 1029-1037 (1990)
- 13) 山田浩且, 津本欣吾, 久野正博: 伊勢湾産イカナゴ仔魚の成魚による捕食減耗. 日水誌. 64(5), 807-814 (1998)