

2. 瀬戸内海における低次生物生産と漁業生産の関連について

小山 治 行 (広島大学生物生産学部)

3. 瀬戸内海におけるカタクチイワシ卵の分布

服 部 茂 昌* (南西海区水産研究所)

瀬戸内海における漁況海況予報事業の浅海定線調査は1972年4月に開始され、その一項目として丸特ネットによる50m、または50mより浅い海域では海底近くから表面までの鉛直採集が行われている。この採集によって得られた魚卵・仔稚魚は、カタクチイワシとそれ以外の種類に大別して計測されている。

カタクチイワシは、1972年から1977年には瀬戸内海における漁船漁業漁獲量の19-26%を占める重要資源である。ここで、これらの資料を用いて、主として瀬戸内海におけるカタクチイワシ卵の季節的・海域(灘)別の分布およびカタクチイワシの産卵量と漁獲量との関係などについて述べる。

1. 1972-1977年におけるカタクチイワシ卵の月別平均分布の概要

カタクチイワシ卵の1972年から1977年までの地点別月平均出現量にもとづく水平分布を図1に示した。

瀬戸内海におけるカタクチイワシ卵の分布は、1月から3月にわたる冬季にはほとんど出現していない。

4月になると、燧灘より西側の瀬戸内海西部海域では、伊予灘から安芸灘・広島湾および燧灘中央部に卵が出現するようになるが、その量はまだ僅少である。一方、瀬戸内海東部海域では、分布域が外海域から紀伊水道の南部域にまで拡大しているが、紀伊水道の中央部以北から大阪湾・播磨灘および備讃瀬戸にわたる海域では全く出現していない。

5月には、外海沿岸域から瀬戸内海のほぼ全域に連続して卵が出現し、その量は急激に増大している。卵の濃密域は、伊予灘中央部を中心にして西側では周防灘東部に、北東側では広島湾にまで広がっている。また、燧灘中央部にも濃密域がみられる。これらよりも量的水準は低い、やや濃密な海域が大阪湾中央部にある。

6月になると、濃密域のひろがり5月よりも拡大し

て別府湾および周防灘中央部から伊予灘をとおり広島湾にわたる海域にあり、高濃密域は広島湾中央部にみられる。また、燧灘中央部・播磨灘南西部・大阪湾などにも独立した濃密域がみられている。

7月には、瀬戸内海西部海域における濃密域は6月よりもやや北上して、周防灘中央部から伊予灘北部を通過して広島湾に達しており、高濃密域は6月と同様に広島湾中央部にある。一方、別府湾・伊予灘南部および燧灘での出現量は6月にくらべて減少している。瀬戸内海東部海域では、濃密域は播磨灘中央部・大阪湾にみられるが、大阪湾では縮少している。

8月の濃密域は、瀬戸内海全域で縮少して周防灘中央部・広島湾・播磨灘南西部および大阪湾の北部・南東部などに局所的に存在しているにすぎない。

9月には瀬戸内海全域にわたって減少傾向が顕著で、出現しない海域が各所に散在するようになる。その中で、濃密域が周防灘東部と大阪湾奥部に残存している。

10月になると濃密域はほとんどみられず、卵の出現海域も東と西の海域にわかれ、不出現海域が燧灘北西部から備讃瀬戸・播磨灘南部を通過して紀伊水道中央部に連なっている。

11月の卵の出現量は全域にわたってきわめて僅少となり、その出現域も周防灘・伊予灘・広島湾・播磨灘北西部・大阪湾東部および鳴門海峡周辺域にみられるにすぎない。

12月には出現域はさらに縮少し、瀬戸内海のほぼ全域で卵の出現をみなくなる。

瀬戸内海におけるカタクチイワシの産卵は、例年水温がほぼ12°C以上になる5月にはじまり、産卵の盛期はいずれの海域でも春夏季にあり、産卵終期は10-11月にあるとみられる。

カタクチイワシ卵の1972-1977年における海域別月別の平均出現量を図2に示した。1m²当り出現量が100粒

* 現在日本海区水産研究所

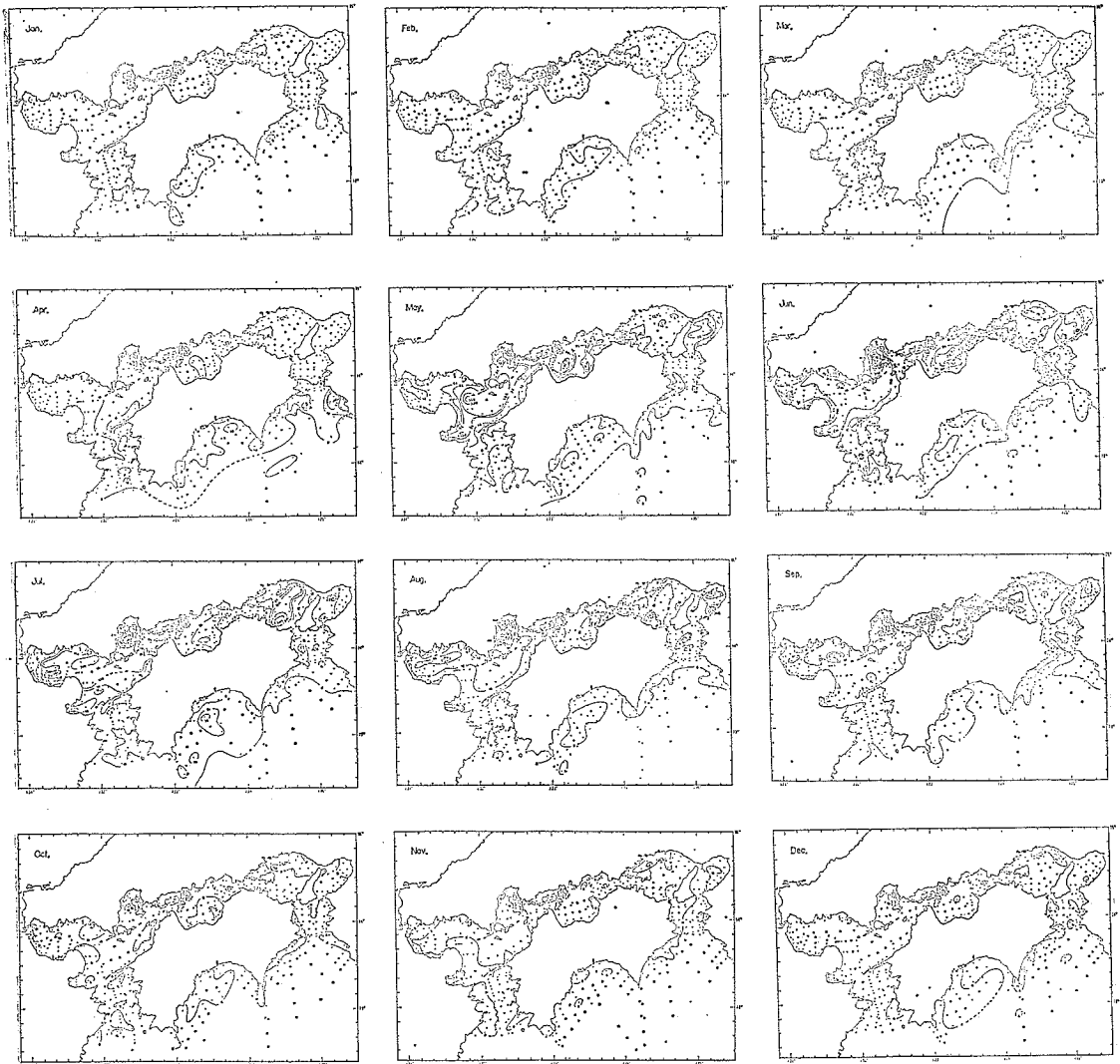


図 1 カタクチイワシ卵月別平均出現量分布
丸特ネット 1 曳網当り (1972~1977年平均), 服部 (1980) による

以上出現した海域・時期は、豊後水道では 6 月、伊予灘・別府湾では 5-7 月、周防灘では 6-8 月、広島湾では 5-9 月、安芸灘・燧灘では伊予灘などと同じく 5-7 月、播磨灘では 6-7 月、大阪湾では 5-9 月である。

すなわち、瀬戸内海西部海域では外海域に接している海域で早く、周防灘・広島湾のように奥部にゆくにたがって産卵の盛期がおくれている。瀬戸内海中央部の燧灘における産卵は西部海域あるいは東部海域とは位相が異なり独立している。瀬戸内海東部海域の産卵の中心は大阪湾にあり、その一部が播磨灘に張り出す形を示して

いる。

一方、卵の不出現期は、瀬戸内海西部海域では 12 月から 3 月あるいは 4 月まで続き、瀬戸内海東部海域では 1 月から 4 月の間で、これらは外海系水の瀬戸内海への流入がきわめて弱い時期にあたる。

これらのことから、親魚の越冬・産卵のための回遊が示唆され、きわめて興味深い。

2. カタクチイワシの海域別月別産卵量

イワシ類など沿岸重要魚類の産卵状況を調査することの目的は、その種の卵の分布から親魚の来遊などの実態

を把握するとともに、海中に産みだされた卵の総量から親魚資源量を推定したり、さらに、産みだされた卵の補給・生残りの実態をとらえ、その種あるいは系群段階における資源の評価・診断に役立てたり、漁況予測の根拠とすることにある。

そのため、ここでは瀬戸内海の海域(灘)別月別の総産卵量を推定した。推定式は、中井・服部(1962)による式を瀬戸内海むけに変形した下記の式によった。

$$\tilde{E}_i = E_i \cdot \frac{1}{\bar{\rho}} \cdot \frac{D}{d_i} \cdot R \cdot A_i$$

ここに、

- \tilde{E}_i : i -海域の月別推定総産卵量
- E_i : i -海域中の月別 1m^2 当り平均卵量
- $\bar{\rho}$: 卵時代における平均生残率
- R : ネットの平均戸過係数
- A_i : i -海域の海面積
- D : その月の日数
- d_i : i -海域中における月別平均ふ化日数

である。 $\bar{\rho}$, R , A_i , d_i については次に示す方法あるいは資料によってここでは計算されている。

- (1) 平均生残率($\bar{\rho}$): 太平洋中区の 1950-1958年の推

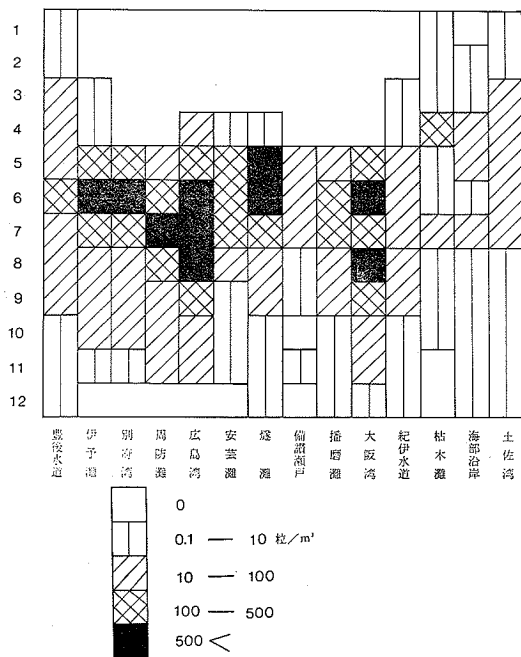


図 2 カタクチイワシ卵海域別月別平均出現量 (1972~1977 年平均)

定値 $\bar{\rho}=0.59$ (服部, 未発表) を用いた。

(2) 平均戸過係数(R): 本来は個々の採集に際して測定され、それによって 1m^2 当りの卵量が算出されるべきであるが、採集時の戸水量が測定されていない場合が多いので、今回は主として外洋域で測定された資料によって、丸特ネットの平均戸過係数を 1.43 とした。

(3) i -海域の海面面積 (A_i): 海域(灘)別の面積は、文献によって区分が異なり、したがってその面積も異なっているが、ここでは豊後水道を除き、村上(1976)が示した海域面積(灘区分)によった。

(4) 月別平均ふ化日数 (d_i): 平均ふ化日数を算出するための水温としては、ここでは1970年における海域別月別平均値を用いた。ふ化日数と温度との関係は Arrhenius の式、すなわち

$$\frac{V_2}{V_1} = \exp \frac{\mu}{2} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

から、外海域のカタクチイワシ卵について求めた $\mu=$

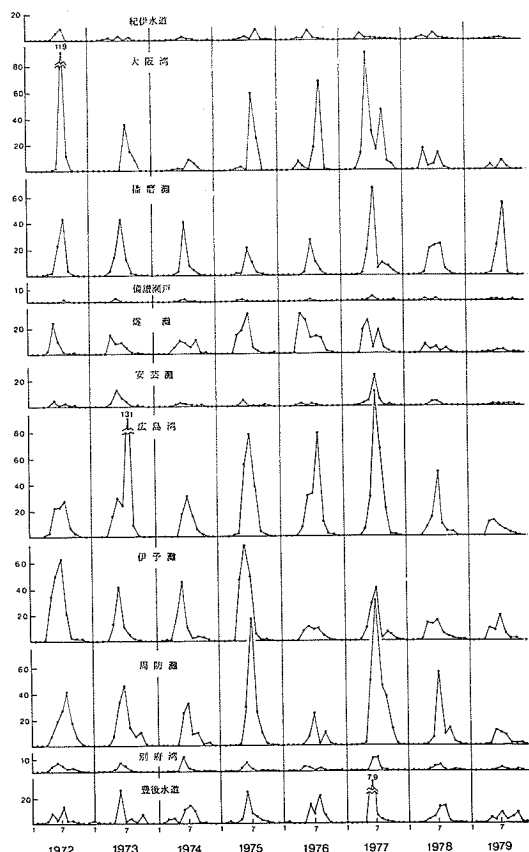


図 3 カタクチイワシ卵海域別月別産卵量 (10^{12} 粒)

19,000 (服部, 未発表) から日単位で求めたものを用いた。

上記の推定式によって, 1972年から1979年までの海域別月別のカタクチイワシ総産卵量を算出して, 図3に示した。

豊後水道: ほぼ周年にわたって出現しているが, 年によって12月あるいは1月に出現しない年がある。産卵盛期は6月あるいは7月にあり, 6-7月をピークとする単峰型を示す年が多い。能津(1965)は1964年までの結果から5-6月と10月にピークのある双峰型を示すとしているが, 1972年以降で10月に山を示す年は1973年と1979年に低い山を示しただけで, むしろ平嶋(1970)による1965-1968年の結果とほぼ一致している。

別府湾: 産卵は例年5月にはじまり, 11月ころまで続いている。産卵盛期は6月を中心として5-7月にあり, 例年ほぼ単峰型を示している。このことは, 能津(1965), 平嶋(1970)の結果とほぼ同様であるが, そのピークの現われる月は1968年以前の7月にくらべて約1カ月早くなっている。

周防灘: 産卵期は別府湾と同じく毎年5月にはじまり11月まで続いている。産卵盛期は例年6-7月の2カ月間が主であるが, 5-8月(1972年)あるいは6-9月(1977年)の長期にわたる年もある。産卵は, 5月に伊予灘に接する東部域ではじまり, その後次第に西方に拡がって7-8月には全域に拡大するが, 9月になるとふたたび東部域だけに縮小する。

伊予灘: 産卵期は例年5月から11月にわたっているが, 1972年, 1974年には例年より2カ年も早い3月から開始されている。終期は開始期の早い年にはむしろ遅くまで続いて11月で, その他の年には10月に終る傾向がある。産卵盛期は6月あるいは7月にピークを有する単峰型を示している。

広島湾: 産卵期は年によって4月あるいは5月にはじまって11月頃まで続くが, 1975年のように伊予灘よりも早く産卵を開始する年もある。産卵盛期は例年6-8月にみられるが, そのピークは年によって6月(1979年), 7月(1974, 1975, 1977, 1978年), 8月(1972, 1973, 1976年)に現れている。産卵域はいずれの年も広島湾のほぼ中央部にみられている。

安芸灘: 産卵期は年によってかなり変化がみられ, 1972年には4-10月に, 1973年と1978年には5-10月まで続いたが, 1974, 1975, 1977年には5-8月と10月, 1976年には5-8月, 1979年には6-9月となっている。産卵量は少なく, 広島湾の1/5以下である。

燧灘: 産卵期は例年5月から10月にみられるが, 1975年, 1976年には4月からはじまっている。また, 終期は10月の年が多いが, 1974年, 1979年には11月まで, 1975年には9月に一旦終わったあと12月にふたたび産卵するなど変化がみられる。産卵盛期は1972年には比較的短かかったが, 1973年以降には5月から8月あるいは9月まで比較的長期にわたっている。

備讃瀬戸: 産卵期は5月から8月あるいは9月までの春夏季に集中しており, 瀬戸内海のなかではもっとも短かい海域であり, かつ量的にもきわめて少ない。この海域の中では燧灘に接した西部域に片寄っている。

播磨灘: 産卵開始期は備讃瀬戸のそれと同じく例年5月であるが, その終期は備讃瀬戸よりも遅く例年10月であり, 1977年のように12月になってもまだかなりの産卵がみられる年もある。産卵盛期は例年7月を中心とするが, 1979年には8月にピークがみられ, ややおくれる傾向を示している。

大阪湾: 産卵開始期はいずれの年も5月であるが, その終期は1972年には9月, 1973-1975年には10月, 1976-1978年には11月, 1977・1979年には12月で, この海域では他の海域と異なり次第に遅くまで産卵する傾向を示している。産卵盛期は1972-1975年には8月に, 1976年には9月にピークを有する単峰型を示しているが, 1977年には6月を中心として5-7月と9月の双峰型を, 1978年には量的に少ないが5月と8月, 1979年にはきわめて少ないが6月と8月の双峰型を示し, 1976年を境として変化が生じたとみられる。

紀伊水道: 産卵期は上記の瀬戸内海の各海域とは異なり, ほぼ周年にわたってみられる。しかし, 産卵盛期は一定せず, 5月に多い年(1977年), 7月に多い年(1974, 1976年), 5月と7月に多い年(1973, 1978年), 7-8月に多い年(1972年), 9月にもっとも多く, 6-7月にもかなり多い年(1975年)などさまざまである。しかし, いずれの年も産卵量はきわめて少ない。

3. カタクチイワシの年別総産卵量と漁獲量との関係
前項で求められた海域(灘)別月別のカタクチイワシの総産卵量をもとに, 年々の海域別総産卵量を求め, 図4に示した。

海域別にカタクチイワシ総産卵量の多い海域は, 周防灘・伊予灘・広島湾・燧灘・播磨灘・大阪湾であり, 年々ほぼ 50×10^{12} 粒以上である。しかし, いずれの海域でもその経年変動は大きい。

海域別の総産卵量から, 豊後水道を除く瀬戸内海全域における年々のカタクチイワシ総産卵量を求め, 図4の

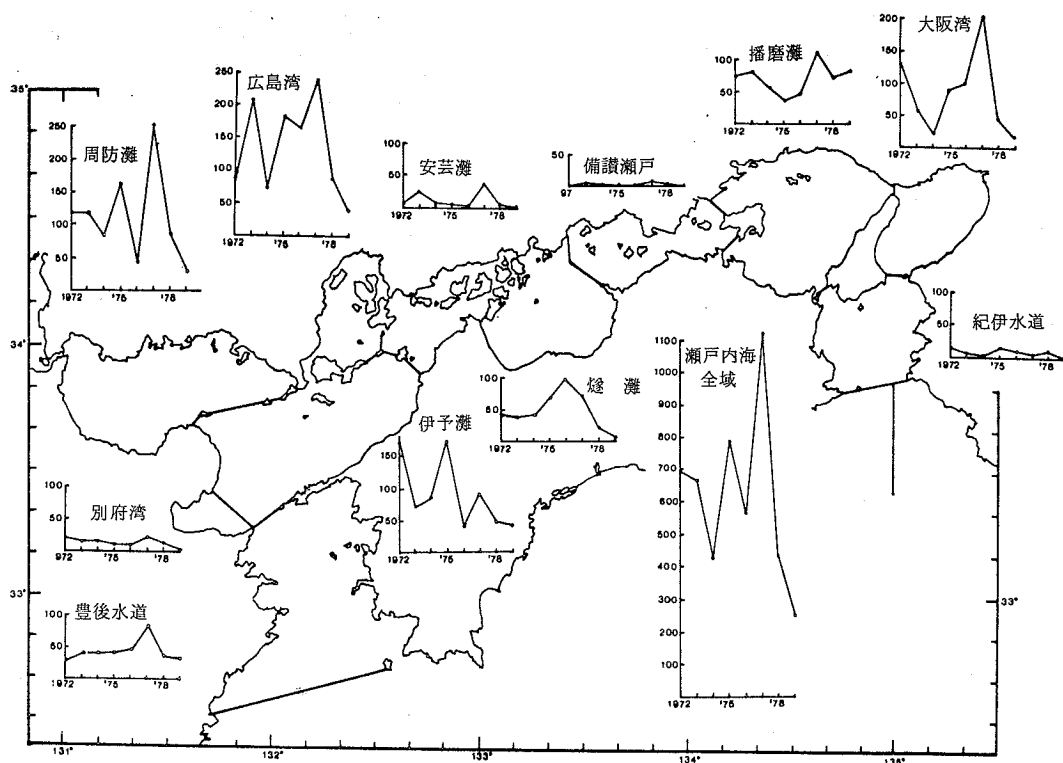


図 4 カタクチイワシ海域(灘) 別年別総産卵量 (10¹² 粒)

中に示した。この年々の総産卵量は、1972年から1976年までは $430 \times 10^{12} \sim 794 \times 10^{12}$ 粒で、その平均は 632×10^{12} 粒である。1977年には図 4 にも示すように、伊予灘・燧灘を除く主要な海域で 1972 年から 1979 年までの最高値を示し、瀬戸内海全域ではそれ以前の 1.5 倍程度に増加している。この年の瀬戸内海におけるカタクチイワシ漁獲量もまた 1972 年以降の最高の 107 千トンに達している。その後、カタクチイワシの総産卵量は 1978 年には 390×10^{12} 粒に急減し、1979 年にはさらに 1972-1976 年の平均の 35% に当たる 223×10^{12} 粒に減少している。これらの年のカタクチイワシの漁獲量も 1978 年には 59 千トン、1979 年には 46 千トンに減少し、総産卵量との対応がみられる。

年々のカタクチイワシの総産卵量と漁獲量との関係を示すと、図 5 のとおりである。総産卵量 (10¹² 粒) を x 、漁獲量 (千トン) を y とすると、それらの関係は

$$y = 42.62 + 0.0641x \quad (r = +0.852)$$

の一次式で表わされる。

このことは、高尾(1979)などが述べているように、瀬戸内海で漁獲されるカタクチイワシには、冬春季に太平

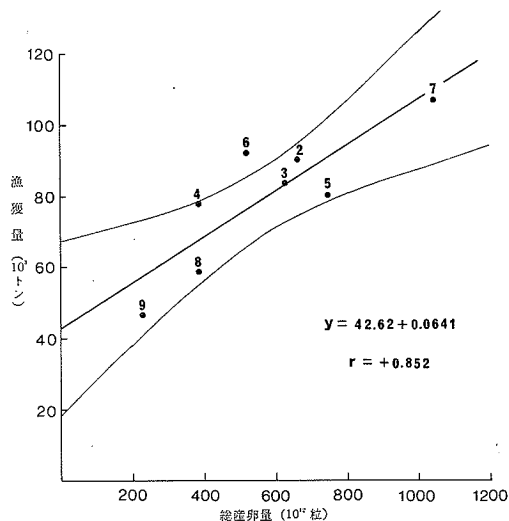


図 5 瀬戸内海全域(豊後水道域を除く)におけるカタクチイワシ総産卵量と漁獲量との関係
図中の添字は西暦年の末尾の数を示す

洋南区で産まれたものがシラス期以後に瀬戸内海に補給・移動して漁獲されるものと、5月以後に瀬戸内海の各海域で産まれて秋冬季以後漁獲されるものあることを示しており、少なくとも瀬戸内海の産卵に由来する漁獲量は1978年以後の産卵量の減少によって漁獲量も減少していることを示しているといえよう。

文 献

服部茂昌 (1980): 瀬戸内海および隣接海域におけるカタクチイワシ卵の分布, 1972-1977年. 瀬戸内海浅海定線調査成果報告. 南西水研, 194-213.
 平嶋 裕 (1970): 1965-1968年の大分県沿岸域におけるカタクチイワシの卵・稚仔について. 大分水試調

研報, (7), 32-44.
 村上彰男 (1976): 瀬戸内海の海域生態と漁場. 第1章 環境, 第1節 地理. フジ・テクノシステム, 東京, 3頁.
 NAKAI, Z. & S. HATTORI (1962): Quantitative distribution of eggs and larvae of the Japanese sardine by year, 1949 through 1951. Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab. (9), 23-60.
 能津純治 (1965): 豊後水道におけるカタクチイワシ *Engraulis japonica* (HOULTUYN) の漁業生物学的研究. 大分水試調研報, (5), 1-137.
 高尾亀次 (1977): カタクチイワシ. 関西国際空港漁業環境影響調査, 漁業生物班資料 1 (昭和51年度), 日本水産資源保護協会, 1-10.

4. 埋立の漁業および漁業者への影響

内 藤 一 郎 (三重大学水産学部)

1. 沿岸海域の価値

埋立の対象となる海域は、ほとんど沿岸に限定されている。埋立てる側からみれば、埋立地は多く陸地の延長として利用するから、陸地に接続することが望ましいし、陸地に近いほど埋立費用は低い。さらに海に面していることで、海上交通を利用できるし排水や廃棄物の処理の便もよいという、内陸部にない利点がある。

一方漁業の側からみれば、沿岸海域は自然の生物生産力が高く、しかも人間の生活基盤である陸地に接近していることから、生物を獲るにせよ育てるにせよ最適な場である。したがって海域から人間が獲得する生物の量は、単位面積当りでみると沿岸域が著しく高い、瀬戸内海周防灘での推定値¹⁾から、水深グレイド別に単位面積当りの漁業(養殖業を含む、以下同じ)生産額を比較すると、水深0~5mの浅海が最も高く、水深0m以下(干潟)がその70%、5~10mは10%、10m以上は4%に過ぎないのである。

このように漁業にとって高い価値をもつ沿岸海域ではあるが、これまでの経過が示すように漁業はたえず他部門に沿岸を譲り渡してきた。ある時は農業用地、ある時は工業用地・都市開発用地として、最近ではもともと手段であるはずの廃棄物処理自体を一次的目的とした埋立が多くなった。

瀬戸内海で明治以降に埋立された海域は350km²である。海全体の広さからみると2%弱であるが、現存の区画漁業権設定海面の60%に相当すること、また前述の

ように水深5m未満の海域の生産力は、10m以上の25倍であることなどを考慮すると、埋立によって失われた海面の価値は見かけよりはるかに大きいというべきであろう。

2. 埋立と漁業の変遷

埋立と漁業との関わり合いを、広島湾のカキ養殖についてみよう。図1は広島市の埋立の経過を示す。このように埋立は古くから行われてきたものであるが、旧幕時代の埋立と明治以降のそれとは漁業との関係において一線を画す必要がある。

旧幕時代には、太田川によって干潟が次々と沖側へ形成されていく、その後を追って新開地が造成されてきた。新開による人口や耕地の増加は、沿岸へ栄養塩を供給し漁場の生産力を高めた。また都市の発展によって生産物の地元消費と大都市への販路の拡大がもたらされた。いきおい沿岸の漁場利用は高密度化するが、干潟・浅海が自然に更新されるため、潰滅的な漁場の老廃化を回避できたのである。すなわち旧幕時代の埋立はカキ養殖にとって共存的な関係にあったといえる。

明治以降になると太田川の干潟形成力が低下するとともに、埋立はコンクリートの岸壁を築き、干潟を埋め潰してしまうようになる。干潟の減少に対してカキ養殖業がとった道は漁場の沖合化であった。それまで全面的に干潟に依存していた地まき式・ひび立式養殖から、杭打垂下式を経て筏垂下式という沖合での養殖方法に変化した。養殖の沖合化を、干潟から追われたためではなく技