

## 総合報告

### 大阪湾におけるイカナゴ漁場の動態と潮流

米田佳弘\*・吉田 司\*\*

### Relation between Fishing Grounds of Sand Eel (*Ammodytes personatus*) larvae and Tidal Current In Osaka Bay

Yoshihiro YONEDA\*, Tsukasa YOSHIDA\*\*

#### Abstract

Sand eel larvae fisheries have been carried out in Osaka Bay. Tracks of fishing boat have been monitored with a radar equipped at Kansai International Air Port during fishing season. The tracks indicated various patterns of the movements of fishing boats. The movements are intimately associated with displacement of the tidal front. Particularly, in the early fishing season, the boats gathered to the frontal zone and formed a circular-shape at the eastern part of the Akashi straits during spring tide. Radar is a useful equipment to observe fishing grounds. Since fishing ground of Sand eel larvae is closely related to tidal flow, locations of the fishing grounds can be forecasted in the Bay. Furthermore, the process of fishing ground formation associated with tidal front was discussed in this paper.

Key words : Sand eel, Osaka Bay, Fishing ground formation, Boat seine, Radar

#### 1. はじめに

瀬戸内海東部におけるイカナゴ (*Ammodytes personatus*) は、冬季、備讃瀬戸、播磨灘、大阪湾などの砂質底に産卵する<sup>(1)</sup>。ふ化直後の仔魚は産卵場周辺の比較的上層、水深5m層に最も多いとされ<sup>(1),(2)</sup>、大阪湾などへの資源加入は、西からの冬季季節風による吹送流が大きな正の要因としてあげられている。この西風と潮流が相まって、ふ化した仔魚の拡散を助長し、仔魚期の生残率を高め、その年の加入量を増加させる方向に働くことが明らかにされている<sup>(1),(3)~(7)</sup>

大阪湾では、このように明石海峡を通じて加入するイカナゴを対象に、毎年2月下旬から4月中旬にかけて機船船びき網による操業が行われる。その漁場の動態は、関西国際空港に取り付けられたレーダーを用いた画像解析から漁期や潮時毎に明らかにされた<sup>(8)</sup>。

しかし、イカナゴが潮流や吹送流などにより実際どのような過程で移動・分散していくのかについて論じられたものは少ない<sup>(9)</sup>。

そこで本報では、ふ化して間もない遊泳力の乏しいイ

カナゴが、特に表層水が収束する潮目に捕捉され、潮流による潮目の移動や消長の影響を受けながら輸送される状況について、レーダー画像より解析された機船船びき網漁場の動態をもとに検討した。

#### 2. 漁場解析の方法

観測に用いたレーダーは、関西国際空港の北緯

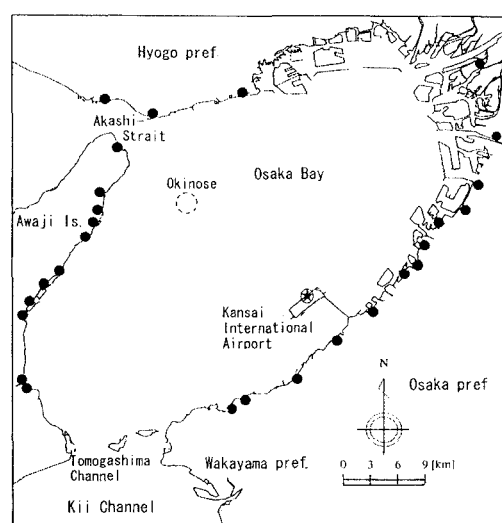


Fig.1 Map of Osaka Bay with a radar site and locations of fishing port of boatseine fishing boats.★:radar site,●:fishing port.

2001年3月2日受領

Received March 2 2001

\* 関西国際空港株式会社

\* Kansai International Airport Co., Ltd.

\*\* 株式会社シャトー海洋調査

\*\* Chateau Marine Survey Co., Ltd.

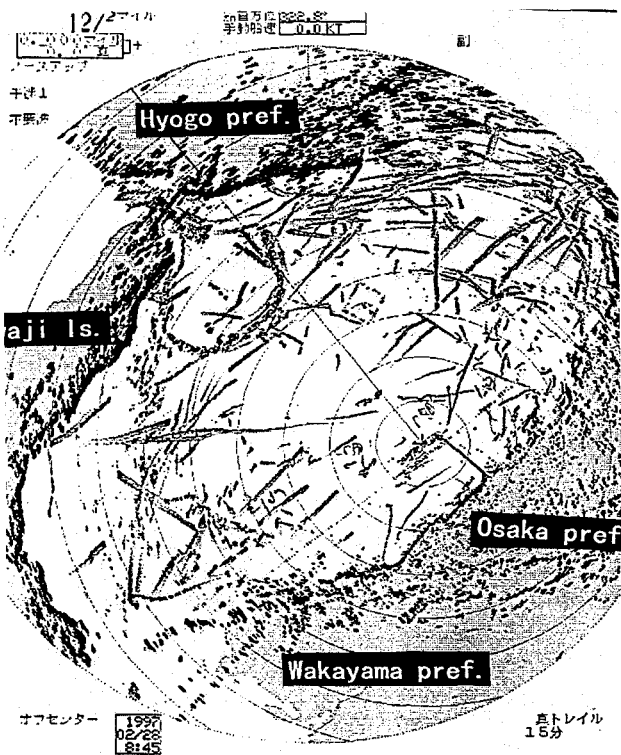


Fig.2 An example of a 15-minute running radar image of ships and fishing boats.

34°25'54", 東経135°14'39" に設置されたものである (Fig.1). レーダーの仕様はスロットアレイ型式, 空中線長3,210mm, 回転数24rpm, 水平ビーム幅0.75°, 垂直幅20°, 周波数9,740MHz (古野電気株式会社製, FR-2120Z, XN5AZ) である.

観測範囲は, 大阪湾全体がなるべく網羅できるようにレーダー表示部の中心点を陸側にずらし (オフセンター),

15マイルレンジに設定した. レーダー画像は15分間隔にデジタル記録される (Fig.2).

機船船びき網漁船の判別は, 反射エコーの大きさ, 航跡の長さ (操業時の速度), 漁船の集結状況 (漁場の形態), 操業時間帯および漁船の所属漁港などから行った. 大阪湾で操業する機船船びき網漁船の所属漁港は, 大阪府, 兵庫県を合わせて27ヶ所である (Fig.1).

漁船の位置は, デジタル記録された画像からコンピュータ上で座標 (緯度, 経度) を読みとり, 観測日時分, 漁業種類などの属性データとともにテキスト型式でデータベースに保存して, 漁場図を作成した.

1997年のイカナゴを対象とした機船船びき網漁船は, 解禁となった2月24日から漁期が終了する4月16日まで, 毎週日曜日の休漁以外はほとんど毎日出漁し, 操業日数は52日間に及んだ.

漁場は, 漁期および潮時毎に整理して, 漁場の形態別に分類した. また, 解禁日の2月24日は, 操業開始時刻の午前6時から11時までの間をほぼ1時間毎に漁場の変化を追跡した.

### 3. 潮流, 潮目のデータ入手方法

明石海峡の漁期中の潮流変化は海上保安庁潮汐表<sup>10)</sup>から求めた.

大阪湾や明石海峡の流況は, 藤原<sup>11), 12)</sup>によって解析された大阪湾の潮流パターンや数値シミュレーションから求められた海中表層部における懸濁粒子の挙動が示す流動パターンなどから引用した.

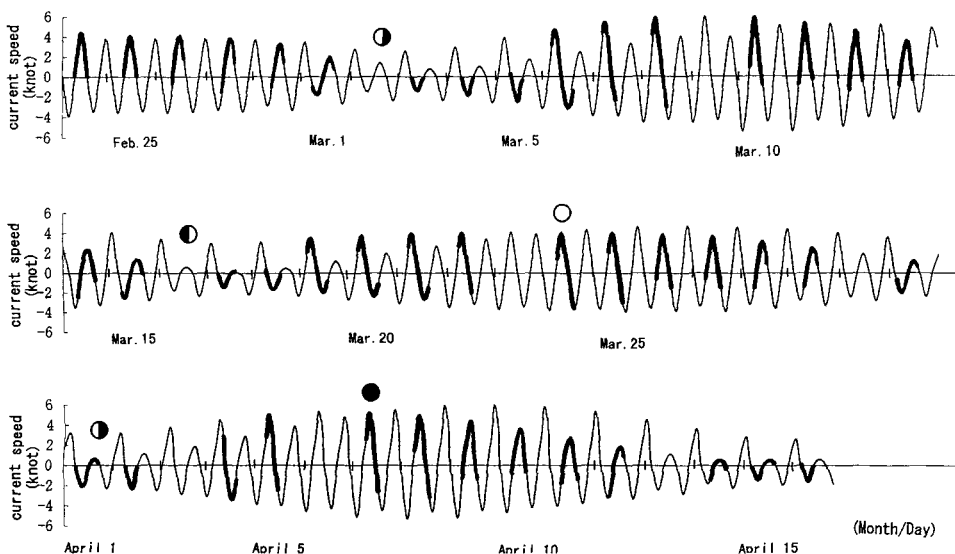


Fig.3 Time series of tidal current speed in the Akashi Straits thin line and operating time of boatseine fishing boats thick line.

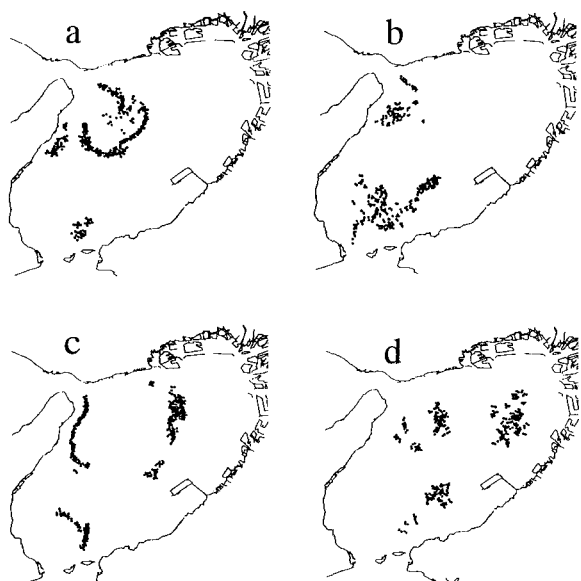


Fig.4 Positions of fishing boats in the fishing season. a: Fishing boats at 8:00 on February 25 three days after the spring tide, b: Fishing boats at 8:00 on March 4 two days after the neap tide, c: Fishing boats at 8:00 on March 8 one day before the spring tide, d: Fishing boats at 8:00 on March 28 four days after the spring tide.

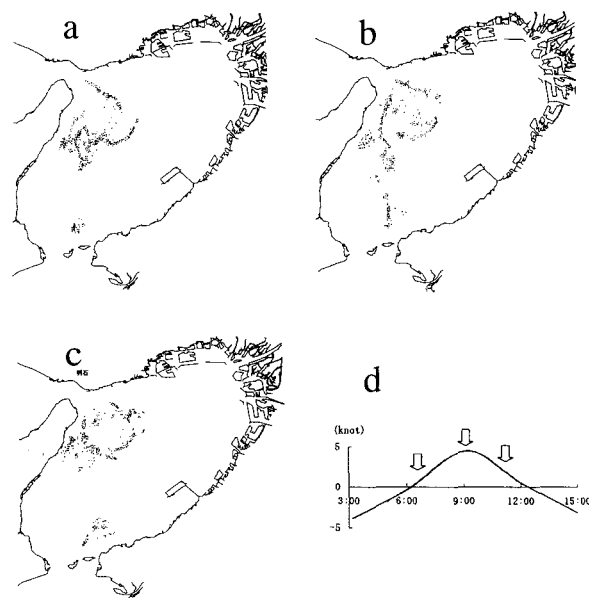


Fig.5 Positions of fishing boats in the early fishing season on February 25 three days after the spring tide. a:7:00, b:9:00, c:11:00, d: Tidal period.

#### 4. 大阪湾の潮流とイカナゴ漁場の動態

##### 4.1 漁場

Fig.3は1997年2月から4月のイカナゴ漁期間の明石海峡潮流<sup>10)</sup>と操業時間帯を示したものである。明石海峡付近の潮流は、西流ではほぼ高潮時に、東流ではほぼ低潮時に流速が最強となる。1997年の解禁日は大潮(2月22日)から2日後の2月24日であった。機船船びき網の操業は午前6時から午後3時までである。操業時間帯は大潮付近では西流への転流時から西流最強時をはさんで次の東流への転流時までと、西流最強時から東流最強時にかけての時間帯となる。小潮付近では東流への転流時から東流最強時をはさんで次の西流への転流時の時間帯となる。

Fig.4は1997年2月から3月の機船船びき網の漁場の代表例として画像解析結果から抽出したものである。

Fig.4-aは漁期初期の大潮(2月22日)から3日後の2月25日、午前8時にみられた漁場である。明石海峡東部が主漁場となり、その他に友ヶ島水道北部に小規模な漁場が形成された。この時間の明石海峡の潮流は西流最強時(午前9時36分)から約90分前である。漁場は円弧状に形成され、その直径は明石海峡東南に位置する沖ノ瀬を中心に約12kmに及んだ。

Fig.4-bは漁期初期の小潮(3月2日)から2日後の3月4日、午前8時にみられた漁場である。漁場は明石

海峡東部と友ヶ島水道北部にみられた。この時間の明石海峡の潮流は東流への転流(午前7時41分)から約20分後である。明石海峡東部海域では塊状の漁場を示した。また、操業する漁船の間隔も大潮期より広く保たれ、一ヶ所を目指して集中する漁場はみられなかった。

Fig.4-cは漁期初期の大潮(3月9日)1日前の3月8日、午前8時にみられた漁場である。この時間の明石海峡の潮流は西流最強時(午前7時29分)から約30分後である。漁場は淡路島東岸沿いに南北と神戸沖から関西国際空港島北西沖にかけて带状にみられ、Fig.4-1の円弧状の漁場がさらに大阪湾中部に拡大された様子であった。また友ヶ島水道北部にも小円弧状の漁場がみられた。

Fig.4-dは漁期中期の大潮(3月24日)から4日後の3月28日、午前8時にみられた漁場である。この時間の潮流はほぼ東流への転流にあたる。漁場は明石海峡東部海域や泉大津、淡輪沖に塊状にみられた。

Fig.5-a,b,cは、漁期初期の大潮(2月22日)から2日後の解禁日2月24日の午前7時、9時、11時の漁場である。明石海峡東部が主漁場となり、その他に友ヶ島水道北部に小規模な漁場が形成された。この時間帯の明石海峡の潮流は西流への転流時から西流最強時(午前9時09分)を過ぎ、東流への転流時に向かうところであった。漁場は操業開始時から明石海峡東南に位置する沖ノ瀬を中心に、直径約9kmの円弧状に形成され、その円弧は西流最強時となっても徐々に拡大し、直径12kmに達した。

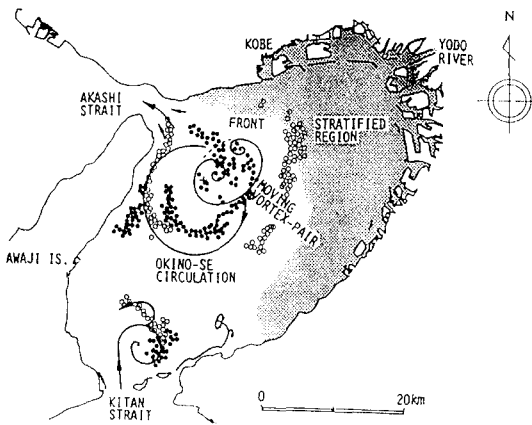


Fig.6 Schematic view of tidal currents and distribution of fishing grounds of sand eels larvae in the Akashi Straits at the spring tide. Solid and open dots indicate position of fishing boats at 8:00 on February 25 and at 8:00 on March 8, respectively. Arrows indicate the direction of current.

その後、東流への転流時に向かって縮小した。

#### 4.2 潮流と漁場の動態

明石海峡大潮期の潮流は、東流時には海峡から沖ノ瀬の北側に向かって  $2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  を越える速い流れが、ジェット状になって流入する。このとき流入した海水は、時計回りの渦と反時計回りの渦のペア、渦対を形成し、明石海峡が西流に転じても南東方向への進行を続ける。この渦対全体の大きさは12kmにも及ぶ、また、大阪湾の東部では、湾奥から南下してきた河川系水と紀淡海峡から北上してきた流れとが岸和田沖で衝突し、合流して北西

流となる。この流れと東流ごとに発生し、拡大する渦対とがぶつかり合い明瞭な潮目が形成される<sup>(11)</sup>。

Fig.6は、明石海峡西流時の流況<sup>(11)</sup>と1997年2月25日、同年3月8日のそれぞれ西流時、午前8時の機船船びき網の漁場を重ね合わせたものである。漁船隻数は、実際より間引いて表示したが、潮目への漁船の集結が明確に把握できる。

藤原<sup>(12)</sup>は、明石海峡から噴出する流れを数値シミュレーションにより再現し、海中に粒子を漂流させ、その粒子の移動・分散を追跡している (Fig.7)。この粒子を遊泳力の小さなイカナゴに見立てて、その動態を追ってみると、明石海峡西流後期に播磨灘側に分布した魚群は、東流時になるといっせいに大阪湾側に流入し、移動・分散する。このとき、渦対を取り囲むような形で群が形成される。この計算結果に対応した時間帯をレーダー画像解析より作成した漁場図から抽出し、重ね合わせたものが Fig.8-a,b である (1997年2月24日の西流時、午前9時と11時)。流れに対応し潮目に集結する漁船の動態が明確に把握できる。

大阪湾側で発生した渦対は、海底からのまき上げによる著しい濁りを伴うため船上から容易に確認することができる。明石海峡周辺での濁り水の存在は、機船船びき網を行う地元漁業者の間では昔から経験的に知られており、イカナゴ魚がこの濁り水の境、潮目を目指して操業されていることは筆者らも現地観察によって確認している。

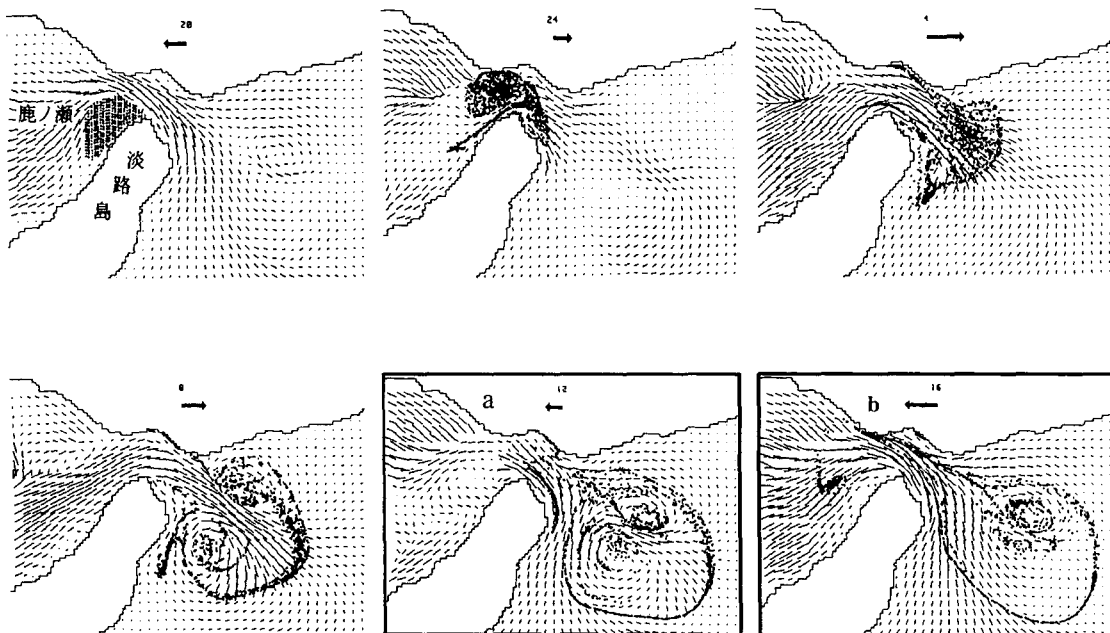


Fig.7 Simulation diagrams traced every four hours mean flow of sea water and suspended particles flow into Osaka Bay through Akashi Straits during spring tide. a,b indicate re-use in Fig.8 There diagrams were cited from Fujiwara(12)

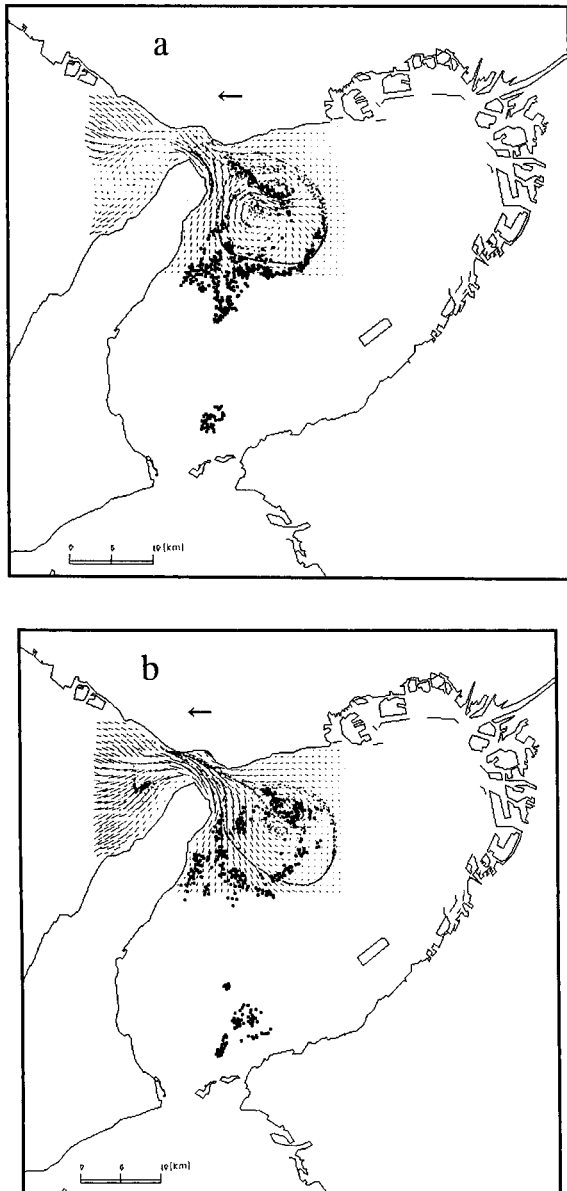


Fig.8 Outline diagram of the distribution of suspended particles and sand eel fishing grounds in the tidal current time zone. a. Immediately after the turn of the tide to westward current, 9:00, February 24, 1997. b. Near the strongest point of westward current, 11:00, February 24, 1997.

### 5. イカナゴの漁場形成機構

明石海峡東部の漁場は、流れや季節風の状態から考えて、播磨灘でふ化、成長し、明石海峡の東流に乗って大阪湾に移動・分散してきたイカナゴと、大阪湾沖ノ瀬周辺でふ化、成長したイカナゴとの混合群と考えられる。漁期初期の大潮前後に漁場が形成される位置は、イカナゴが大阪湾やその湾中部に輸送される東流最強時刻から操業開始時刻までの時間が大きな要因となる。その際、

東流最強時刻から操業開始までの時間が短い大潮付近では明石海峡東部の沖ノ瀬の海峡寄りに漁場が形成される。また、東流の繰り返しとともに輸送され、渦対内部に集積されたイカナゴは、渦対の南東方向への進行とともに沖ノ瀬環流に乗って湾中部にまで広がることになる。

なお、小潮付近では操業時間帯が東流時にあたり流速も弱いため明確な潮目の形成はみられない<sup>(13)</sup>。したがって、漁業者が操業の目印とする潮目が確認できず、それぞれの経験や魚群探知機により、魚群を探索して操業している。そのため漁場形態が不安定となり、漁船間隔の広がりを生じさせたものと考えられる。

ときおり、友ヶ島水道の北部海域に小円弧状や塊状の漁場がみられたが、これは友ヶ島水道の南部や北部にある砂質底がイカナゴの産卵場となっており<sup>(1), (14)</sup>、そこから大阪湾へ加入するイカナゴを狙った漁場である。この漁場は友ヶ島水道の流況によるところが大きいと考えられる。

このように、漁期初期に見られる明石海峡東部海域の流れに対応し潮目に集結する漁場の形成は、表層水の収束線と対応してイカナゴを集積する場となっていることを示している。遊泳力の弱いイカナゴが単に潮目に力学的要因により捕捉されているために見られる現象なのか、あるいは別の要因も加わっているのかまだ解明されていない。しかし、潮目がイカナゴとともに遊泳力の乏しい餌料生物の集積を促し、イカナゴが連続的に摂餌できる良好な環境を提供している可能性も考えられる。

### 6. おわりに

明石海峡を中心とした大阪湾内における流れの構造とレーダーによる漁場把握方法により、潮目を目指した漁船の集積する過程と潮流との対応関係が明らかとなり、潮汐と湾内の流動状況からイカナゴを対象とした機船船びき網の漁場を予測する可能性がみいだされた。また、現在、標本船による漁業日誌を同時に行っており、レーダー画像解析から得られる漁船位置データを漁獲量、あるいは現存量として取り扱えるように検討を進めるつもりである。

### 参考文献

- (1) 浜田尚雄(1985)我が国におけるイカナゴの生態と漁業資源。水産研究叢書, 36, 日本水産資源保護協会, 東京, 85pp.
- (2) 日下部敬之, 中島昌紀(1995)イカナゴ資源生態調査。平成5年度大阪府立水産試験場事業報告, 109-116.
- (3) 土井長之(1971)イカナゴの発生量数値予測。長期漁況予報東海区, 東海区水産研究所, 23, 37-42.
- (4) 中田英昭, 平野敏行(1984)構造モデルによる漁場環境変化

- 予測. 海洋科学, 16, 644-649.
- (5) Nakata,H. (1988) Wind effects on the transport of Japanese sand eel larvae in the eastern part of Seto Inland Sea. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 54,1553-1561.
- (6) Fujiwara,T.,H.Nakata,M.Tanda and J.Karakawa (1990) Biological and physical parameters of sand eel larvae in the eastern Seto Inland Sea.Bull.japan.Soc.Sci.Fish.,56,1029-1037.
- (7) 日下部敬之,小松輝久,玉木哲也,中島昌紀,青木一郎(1997) ニューラルネットワークによる瀬戸内海東部のイカナゴ加入量予測. 水産海洋研究, 61, 4, 375-380.
- (8) 米田佳弘, 吉田司, 長柄勇三(2000)レーダー画像解析による大阪湾におけるイカナゴシラスの漁場形成機構. 水産海洋研究, 64, 3,138-143.
- (9) 中田英昭, 藤原建紀(1985)明石海峡周辺部における地形性渦の形成と漁場環境. 水産土木, 21, 2, 67-74.
- (10) 海上保安庁(1996)平成9年潮汐表. 日本水路協会, 東京, 454pp.
- (11) 藤原建紀(1995)大阪湾の生態系を支配する流れの構造. 瀬戸内海, 2, 3, 85-93.
- (12) 藤原建紀(1994)イカナゴ資源の盛衰をめぐる海洋環境. 第5回瀬戸内海水産振興フォーラム資料, 瀬戸内海水産開発協議会, 34-68.
- (13) 藤原建紀(1981)瀬戸内海における海水交流. 海の気象, 31, 2, 1-19.
- (14) 反田實(1998)イカナゴと底質. 沿岸の環境圏, フジテクノシステム, 348-355.

## 要 旨

明石海峡を中心とした大阪湾内における流れの構造とレーダーによる漁場把握方法により, 潮目を目指したイカナゴを対象とした機船船びき網漁船の集積する過程と潮流との対応関係が明らかとなり, 潮汐と湾内の流動状況からイカナゴ漁場を予測する可能性がみいだされた. また, 既報の粒子追跡モデルにより再現された粒子の移動・分散過程とイカナゴ漁場が時空間的に同じものであったことは, 潮目が遊泳力の弱いイカナゴを集積する場となっていることを示した. 遊泳力の弱いイカナゴが単に潮目に力学的要因により捕捉されているために見られる現象なのか, あるいは別の要因も加わっているのかまだ解明されていないが, 潮目がイカナゴとともに遊泳力の乏しい餌料生物の集積を促し, イカナゴが連続的に摂餌できる良好な環境を提供している可能性も考えられた.

キーワード: イカナゴ, 大阪湾, 漁場形成, 機船船びき網, レーダー