

玄界灘のケンサキイカ漁場形成における対馬暖流の影響

安藤朗彦¹, 中田英昭², 石坂丞二^{3†}

Influence of Tsushima Warm Current on the fishing ground formation of swordtip squid (*Photololigo edulis*) in the Sea of Genkai, Japan

Akihiko ANDO¹, Hideaki NAKATA² and Joji ISHIZAKA³

In order to examine the effect of the Tsushima Warm Current on the swordtip squid *Photololigo edulis* fishery in the Sea of Genkai, we analyzed the operation record by squid fishing boats and satellite sea surface temperature (SST) in April and November from 2000 to 2005. The swordtip squid was fished in the area of limited range of SST during each month; however, the SST of the fishing ground in April was quite different from that in November. The distribution of fishing positions weighted-averaged by daily catch was classified into concentrated or dispersed patterns in April. On the other hand, the distribution of the fishing positions in November only had a concentrated pattern. Inflow of the Tsushima Warm Current into the Sea of Genkai in April was also classified into offshore or inshore patterns, judging from monthly satellite SST; however, it was not clearly consistent with the distribution patterns of the fishing positions. It was revealed that because the above temperature range in April was suitable for spawning of the swordtip squid, the fishing ground was concentrated into a narrow zone in the years when the area with the suitable water temperature was limited to the narrow zone, depending on the inflow of the Tsushima Warm Current. In the years when the area suitable for spawning was widely distributed, the fishing ground was dispersed. The fishing ground in November was mainly formed off Okinoshima and not related to the temperature suitable for spawning. These results indicated that inflow of the Tsushima Warm Current to the Sea of Genkai could have strong influence on the fishing ground formation of the swordtip squid through the temperature condition, particularly in its spawning season.

Key words: satellite, sea surface temperature, swordtip squid, Tsushima Warm Current, fishing ground

はじめに

九州北部では、九州北西沿岸域に多く分布するケンサキイカ *Photololigo edulis* を対象とした小型いか釣り漁業を営む漁家が多く（河野ほか，1990），ケンサキイカは、対馬東水道と筑前海を含む玄界灘（Fig. 1）の沿岸漁業における

重要な魚種の一つとなっている。本種は、主にいか釣り漁業により漁獲されるほか、まき網や船曳網等でも混獲されている。日本海南西沿岸域に來遊する本種の群成熟率には春、夏2回のピークがあり、春の成熟群の産卵場は30–50 mの水深帯に形成され、100–120 mの水深帯にも形成される可能性があると考えられている（森脇，1994）。九州北西沿岸域でも、春から夏に各地で産卵が行われ（田代，1977；田代ほか，1976），ケンサキイカ資源は複数の産卵群で形成されていると考えられている（荒巻ほか，2005a）。また、水槽を用いた飼育実験により、本種は流速の速い砂質の場所を選択して卵塊を産みつける生態を持つことが報告されている（荒巻ほか，2005b）。

森脇（1994）は、九州北西沿岸域のケンサキイカには、春季、夏季、秋季にそれぞれ出現する3つの群が存在することを見出し、これらをふ化時期、成熟群の出現状況および形態学的特徴の相違から異なる集団と考えたが、夏莉ほか（1986）によれば、これらの群は生活環境の違いから生

2012年9月16日受付，2013年3月17日受理

¹ 長崎大学大学院生産科学研究科

Graduate School of Science and Technology, Nagasaki University, 1–14 Bunkyo-machi, Nagasaki, Nagasaki 852–8521, Japan

E-mail: a-ando@siren.ocn.ne.jp

² 長崎大学大学院水産・環境科学総合研究科

Graduate School of Fisheries Science and Environmental Studies, Nagasaki University, 1–14 Bunkyo-machi, Nagasaki, Nagasaki 852–8521, Japan

E-mail: nakata@nagasaki-u.ac.jp

³ 名古屋大学地球水循環研究センター

Hydrospheric Atmospheric Research Center, Nagoya University, 1 Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya, Aichi 464–8601, Japan

† E-mail: jishizak@hyarc.nagoya-u.ac.jp

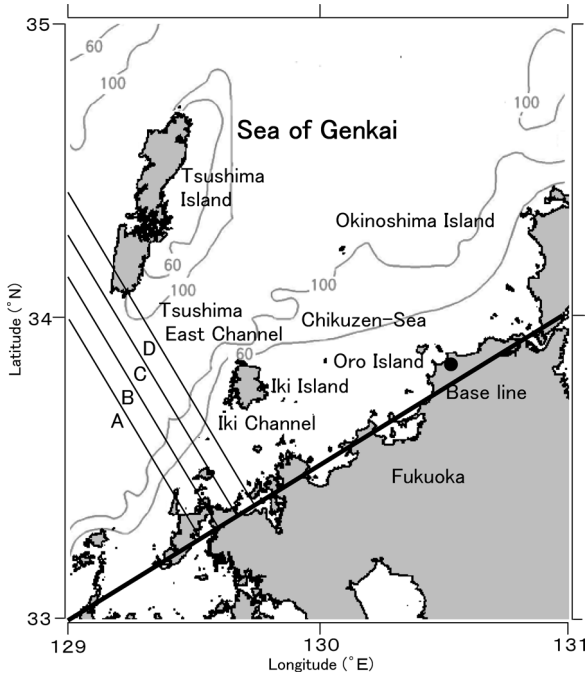


Figure 1. Study area (the Sea of Genkai). The base line used to measure the distance from shore is indicated with a thick solid line. Thin lines (A–D) perpendicular to the base line were used for the analysis on spatial change in the sea surface temperature (see the text for details). ●: Location of the Kanazaki Fisheries Cooperative Association. The isobaths of 60 m and 100 m are indicated with grey lines.

じたものであり、遺伝的には同じ集団と推定されている。いずれにしても、春季成熟群と出現状況や形態学的特徴が異なる秋季の未成熟群の生活史については不明な点が多い。

福岡県の玄界灘を漁場とするいか釣り漁業は、1980年まで隣接する山陰沿岸域と同様に4–12月の9ヶ月間操業されていた(小川ほか, 1982)。その後、福岡県沿岸域では12–2月の冬季に縦縄式の樽流し漁法が漁業者の発案により導入され、終年操業されるようになった(河野ほか, 1990)。また近年、活魚運搬技術の開発に伴う佐賀県唐津市呼子町におけるブランド化の成功により、本種は付加価値の高い漁獲物となっている。

このように新たな漁法による漁期の終年化と消費需要の増加により、本種を対象とする漁獲努力量が高まったことを受けて、本種の資源管理の必要性が提言されている(河野, 1997)。しかし、本種は寿命が1年でしかも個体の成長差が著しいことから、資源管理の基礎となる九州北西沿岸域における本種の資源量の推定は、現状では極めて困難である(新谷, 1988; Natsukari et al., 1991)。その一方で、スルメイカ資源については2000年代に研究が急速に進展し、資源量の推定やそれに基づく資源管理の手法が実用化

されている。今後、本種についても、資源管理の実践に向けて科学的な知見が蓄積されることが求められている。河野(2007)は、本種の資源評価と漁海況予測を適正に実施するための研究課題として、各季節群の生活史の解明や加入初期の資源豊度の評価精度の向上を挙げ、そのためには漁場での本種の分布実態の把握がまず必要であることを指摘している。その意味でも、九州北西沿岸域における本種を対象としたいか釣り漁業の漁場形成の要因を解明することは、極めて重要な課題と考えられる。

そこで本研究では、いか釣り漁業によって漁獲されるケンサキイカを対象として、安藤ほか(2011)と同様の手法を用い、玄界灘における漁場の分布や漁場形成状況の年々の変化と、人工衛星によって観測された海表面水温の分布や、それを用いて推定された対馬暖流の流況との関連を検討することを目的とした。

人工衛星観測による海表面水温の観測は、雲等の気象状況により測定ができない場合もあるが、広域で頻度の高い観測が可能であり、対馬暖流の玄界灘への流入状況など短期的に複雑に変動する現象の解析に極めて有用であることが示されている(安藤ほか, 2011)。近年は、インターネットをはじめとする情報基盤の進展・普及により、観測と同時に実時間処理された測定結果が容易に入手できるようになっている。衛星観測は気象の影響を受けるが、梅雨期前の4–5月の玄界灘では、比較的良好な観測結果が得られる。

玄界灘では四季を通じてケンサキイカが漁獲されているが、漁場が形成される場所は時期によって異なる。漁獲量は例年4–9月に多く、産卵期に伴い主に九州北部沿岸域に漁場が形成されると考えられており(古田, 1978)、この時期はいか釣り漁の盛漁期となっている。このため漁業現場からは、可能なかぎり早期に盛漁期の漁況を予測することが強く求められている。

本研究では、上記の理由から各年盛漁期が始まる春季のケンサキイカ漁況について、対馬暖流の流動変化と玄界灘のケンサキイカ漁場の形成との関係を解析した。また比較のため、産卵期でないと考えられる11月についても同様の解析を行い、周年にわたる漁場形成の要因を考察した。

材料と方法

年別の漁獲量と漁場位置の日別変化

玄界灘のいか釣り漁船が所属する漁業協同組合の中で漁獲量が最も多く全体の39%を占める鐘崎漁業協同組合の1977–2005年における日別、漁業種別、漁船別、魚種別の水揚げ量を記録した仕切り書からケンサキイカの漁獲データを抽出した。樽流し漁法が定着した1991–2005年の水揚げ記録から、いか釣り漁船の各年4月のケンサキイカ漁獲量と4–9月の漁獲量の関係を調べたところ、両者には高い相関($n=15, r=0.771$)が認められた。このことは4月の漁況がその後の盛漁期全体の漁況を予測する上で有効で

あることを示している。そこで本研究では、衛星観測による海面水温データ利用の可能性や有効性も考慮して、各年4月を解析の対象とすることにした。

また、漁区別の日別漁獲量の解析には、玄界灘で操業するいか釣り漁船9-19隻に依頼した2000-2005年の日別操業記録を利用した。操業記録は、対象海域を緯度経度2分ごとの漁区に区分し、各漁区における魚種別漁獲量を操業日毎に記録するよう依頼した。漁場位置の解析には、上記の各漁区の中央点の緯度経度を用いることとし、漁場位置の離接岸の状況を把握するための九州北岸の海岸線を表す基準線として、安藤ほか(2011)と同じく北緯33°00′、東経129°00′と北緯34°00′、東経131°00′を結ぶ直線を設定した。

さらに操業日ごとの各漁獲位置の緯度経度を10進法に換算した座標位置(x, y)を求め、各漁獲位置での漁獲量(z)で加重平均した日別の加重平均漁獲位置座標(X, Y)を次式により算出した。そしてこの座標を再度60進法に換算して緯度経度として表した。

$$(X, Y) = \left(\frac{\sum (x \times z)}{\sum z}, \frac{\sum (y \times z)}{\sum z} \right)$$

上記の各日別加重平均漁獲位置から基準線までの直線距離を求め、各年4月と11月における平均値と分散をそれぞれ算出した。

漁獲位置の水温

福岡県水産海洋技術センターにおいて、米国SeaSpace社のTeraScan衛星受信解析システムにより自動受信した人工衛星NOAAのAVHRR信号を処理し、記録した海面水温の衛星データを用いた(安藤ほか, 2011)。いか釣り漁船の操業海域を含む北緯32°48′-34°48′、東経129°-130°30′に至る玄界灘の海域について、受信したデータから2000-2005年の各4月と11月を対象に、雲域の少ない好天時の受信データを解析に用いた。各年4月の解析に用いた観測日数は、4-8日であった。同じく11月の解析に用いた観測日数は、4-14日であった。なお、2000年4月の上旬、2002年の4月の下旬および2003年11月の下旬は、天候不良のためデータが得られなかった。また雲による影響を避けるため、10°C以下の観測値は計算から除いた。

これらの観測日といか釣り漁船の操業日が一致する時の衛星データを用いて、漁獲位置の緯度経度に該当する水温データを緯度経度の分単位で抽出しその平均値を求め、各漁獲位置の水温と漁区毎の1隻1日当たりの漁獲量(以下CPUE)との関係を解析した。また緯度経度の分単位で、各漁獲位置の中心に隣接した直近8方向の水温の水平傾度を求め、その最大値を水温フロントの強さの指標として用いた。

水温分布の経年変化

各衛星データを用いて4月と11月のそれぞれについて1.1 km単位の観測点ごとに観測値を平均して、各年4月と11月の平均海面水温の分布図を作成した。なお、漁獲位

置の水温の場合と同様に、雲による影響を避けるため、10°C以下の観測値は計算から除いた。

この平均海面水温分布から各年4月と11月の玄界灘における対馬暖流の流動パターンを推定するため、対馬暖流が玄界灘に流入する対馬東水道および壱岐水道に、安藤ほか(2011)と同じく4本のLine A-Dを設定した(Fig. 1)。時間的に継続して対馬東水道等に影響を与える対馬暖流の水平スケールを15マイル(=27.78 km)程度と想定し、各ライン上基準線から1 km単位で平均した水温値を算出し、その水温値について基準線から3区間(3 km)の移動平均値を求めて、それを対馬暖流の流入状況の解析に用いた。なお、衛星観測時における陸上部の反射の影響を避けるため、九州北岸20 kmおよび対馬沿岸域は上記の計算から除外した。

成熟状態の時期による変化

漁場に出現するケンサキイカの成熟度合およびその季節的变化を明らかにするために、鐘崎漁業協同組合に水揚げされたケンサキイカを、2004-2007年に原則月1回、約35個体を採取した。雄の精莖囊と雌の輸卵管腺内の熟卵の有無を観察し、成熟状態の個体の割合をもとめた。

結果

年別の漁獲量と季節別の操業形態

代表漁協である鐘崎漁業協同組合の仕切り書から求めた1977-2005年の年間の漁獲量は、樽流し漁法が導入された1982年以降、緩やかな増加が見られ、1992年から1995年にかけて極大値を示した後に緩やかに減少した。最も少ない1983年には73トン、最も多い1992年には260トンと経年的な変動幅は大きい(Fig. 2a)。

いか釣り漁業の2000-2005年の月別漁獲量(Fig. 2b)は、各年とも集魚灯を用いた夜間の操業が本格化する5月から7月の春季から夏季にかけて漁獲量が増え、その後秋季に向けて減少するが、年によっては秋季から冬季にかけてあるいは冬季に漁獲量が増加する年も見られ、周年の漁獲量の動向は一定ではなかった。

標本船の記録から毎年おおむね5月から10月は集魚灯を用いた夜間の操業が主体で、それ以外の期間は昼間の樽流し漁法による操業が行われていることがわかった。

4月の漁場位置の漁獲量と日別変化

2000年、2004年の4月にケンサキイカが漁獲された海域は北緯34°以南の沿岸付近から北緯34°以北、東経130°以東まで拡がり、80 kgあるいは160 kg以上漁獲された漁区が点在した。2004年は海域中央に320 kgを超える漁区があった。2002年は他の年と異なり、北緯34°以南の沿岸付近を中心に漁場が点在し、漁獲量が160 kgを超える漁区は見られなかった。一方、2001年、2003年および2005年には、80 kgあるいは160 kg以上漁獲された漁区が点在し、いずれも北緯34°以北の東経130°を中心に拡がり北緯34°以南

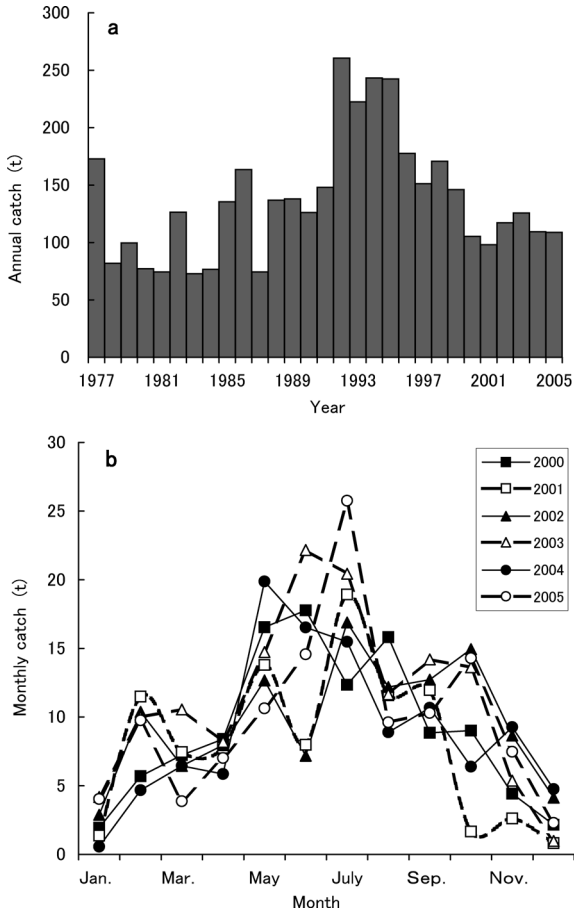


Figure 2. (a): Annual catch of the swordtip squid by squid fishing boats of the Kanezaki Fisheries Cooperative Association in 1977–2005. (b): Monthly catch of the swordtip squid by squid fishing boats in 2000–2005.

の沿岸付近では漁獲が少なかった。2005年は240 kgから320 kg漁獲された漁区が海域中央に見られた (Fig. 3a)。

各年4月の漁獲位置の分布状況 (Fig. 3a) をさらに統計的に表示するため、操業日ごとの代表点として日別加重平均漁獲位置を算出し、その分布を Fig. 3b に示した。2000年、2004年、2005年は東経130°を中心にケンサキイカの漁場が広がっていた。2000年は南北方向に沿岸付近まで漁場が分布したが、2004年および2005年は主に北緯34°以北の海域に限られ、一部が北西から南東方向に分布したにすぎなかった。一方、2001年と2003年は北緯34°以北で南西から北東方向に伸びる比較的狭い範囲に漁場が分布し、2002年は北緯34°以南の九州北部沿岸域にほとんどの漁獲位置が集中していた。各日別加重平均漁獲位置から基準線までの直線距離の月別平均値と分散を求めた結果、東経130°を中心に漁場が分布した2000年、2004年、2005年の平均値 (km) は47.0–69.7, 分散 (km²) の値は、144.1–188.1であったのに対し、南西から北東方向の狭い範囲に漁場が

分布した2001年と2003年、沿岸付近に漁場が分布した2002年の平均値 (km) は20.7–67.8, 分散 (km²) の値は、52.0–66.1と小さかった。すなわち、沿岸からの距離を尺度とした場合、漁獲位置は沿岸からの遠近に関わらず、分散型 (2000, 2004, 2005) と集中型 (2001, 2002, 2003) の二つのパターンに大別された。

11月の漁場位置の漁獲量と日別変化

11月にケンサキイカが漁獲された海域は、いずれも北緯34°以北であった。2000年、2001年、2004年、2005年の漁場は東西に広がり、2005年は240 kg以上漁獲された漁区が点在した。それに対して2002年は、海域中央に漁場が集中していたが、漁獲量が160 kgを超える漁区は見られなかった。2003年は、南西から北東方向に漁場が広がり240 kg以上漁獲された漁区が見られた (Fig. 4a)。

4月と同様に操業日ごとの代表点として日別加重平均漁獲位置を算出し、その分布を Fig. 4b に示した。11月の漁場分布は、4月と比較して相対的に分散が小さく、いずれの年も北緯34°以北、東経130°から130°30′の沖ノ島周辺海域に偏って分布する傾向を示した。特に2002年の分布はその海域に集中していた。4月と同様に各日別加重平均漁獲位置から基準線までの直線距離の月別平均値と分散を求めた結果、平均値 (km) は、61.0–75.7であり4月よりも変動が小さかった。また分散 (km²) は、4月に比べて全体に小さく、すべて100以下の値であり、2002年は29.5と最も小さかった。

4月および11月の水温分布と漁場位置の関係

漁獲された位置で衛星による海表面水温の測定結果が得られた漁区数は、4月はのべ87漁区、11月は108漁区であった (Fig. 5)。各年4月の海表面水温の最低値は10.3°C、最高値は24.5°Cであったが、4月にケンサキイカが漁獲された漁場の海表面水温は2漁区を除き14.0–17.5°Cに限られていた。一方、11月の海表面温度の最低値は10.4°C、最高値は24.9°Cあり、水温範囲は4月と同様であった。しかしながら、11月にケンサキイカが漁獲された漁場の海表面水温は2漁区を除き20.5–24.5°Cであり、4月の漁場の水温範囲とは全く異なっていた。

4月にケンサキイカが漁獲された漁場の海表面水温が、14.0–17.5°Cに限られていたので、いか釣り漁業が操業された同日の衛星観測結果を用いて、操業日毎に主にいか釣り漁業が操業される北緯33°30′から34°30′および東経129°48′から130°48′の海域で海表面水温が14.0–17.5°Cの水域の面積を算出した。衛星NOAAの観測結果は幾何補正により1.1×1.1 km²単位で処理されているので、集計した測点数を1.21倍することによって面積に換算した。なお、2002年は、操業日と観測日が一致する日が1日のみであったので、操業日の翌日の衛星観測結果も解析に加えた。

その結果、ケンサキイカの漁場が分散した2000年、2004年および2005年には、海表面水温14.0–17.5°Cの海域

面積の各年の平均値は82,442 km²以上であったのに対して、漁場が集中した2001年、2002年および2003年の平均値は64,213 km²以下の値であった。

なお、水温フロントの強さの指標として用いた漁獲位置の水温水平傾度とCPUEとの回帰分析の結果は、4月が $R^2=0.018$ 、11月が $R^2=0.003$ であった。また、4月の水温水平傾度(°C)の最大値は8.3、最小値は0.0で分散は0.8であった。同じく11月は水温水平傾度(°C)の最大値は0.9、最小値は0.0で分散は0.03であった。4月と11月のいずれの場合も漁獲位置の水温水平傾度とCPUEに関連は認められなかった。

4月の水温分布の経年変化

各年の水温の分布を比べると2001年と2003–2005年は対馬東水道に水温の比較的高い水域(暖水域)が見られたのに対して、2000年と2002年は対馬東水道から九州北岸部までほぼ均一な水温分布を示した(Fig. 6a)。

対馬東水道および壱岐水道に設定したLine A-D (Fig. 1参照)上の各年4月の水温移動平均値の空間変化(材料と方法を参照)をFig. 6bにまとめて示した。2000年、2002年および2004年はいずれも離岸距離25–70 kmまでに高い値を示した後、沖合へ向けて急激に水温が低下した。一方、2001年、2003年および2005年は基準線付近から沖合へ向けて水温が徐々に上昇し、離岸距離80–90 kmを境に低下した。

これらから、沖合域に比べ沿岸域の水温が高い2000年、2002年および2004年と、沿岸域の水温が低く、離岸距離80–90 km付近で最も高い水温が見られた2001年、2003年および2005年では、玄界灘に流入する対馬暖流の流動パターンが異なっていたことがわかった。

11月の水温分布の経年変化

2002年を除き、対馬東水道から海域中央にかけて海表面水温21°C以上の海域が広がり、2003年と2005年は広範囲

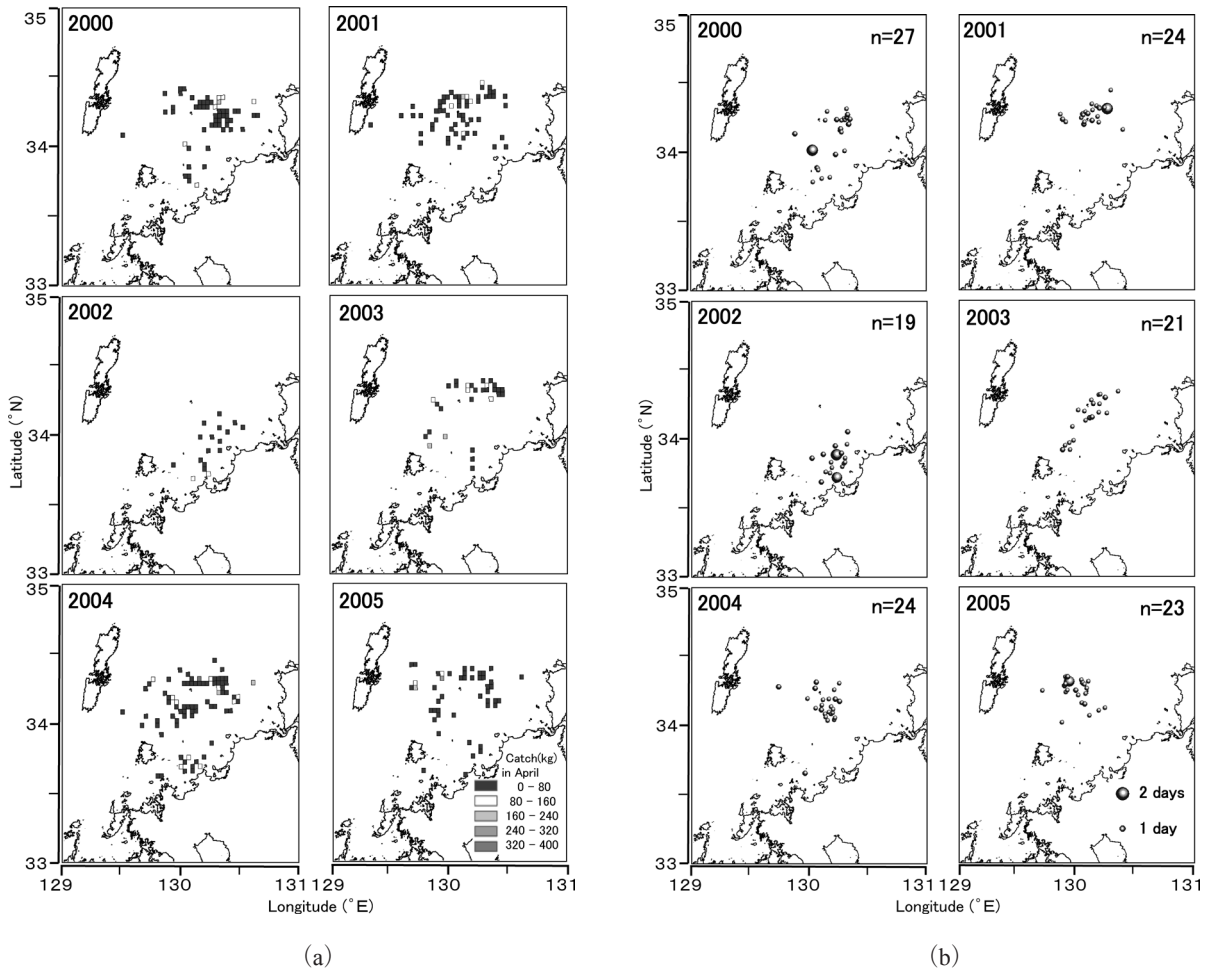


Figure 3. (a): Positions of the fishing operation and the catch of swordtip squid at each position in April. Colored square indicates the catch (kg) at each position. (b): Average fishing positions weighted by daily catch of the swordtip squid in April 2000–2005. Larger dots denote that the fishing position was estimated twice at the same location. Total number (n) of the fishing positions for each year is indicated in each panel.

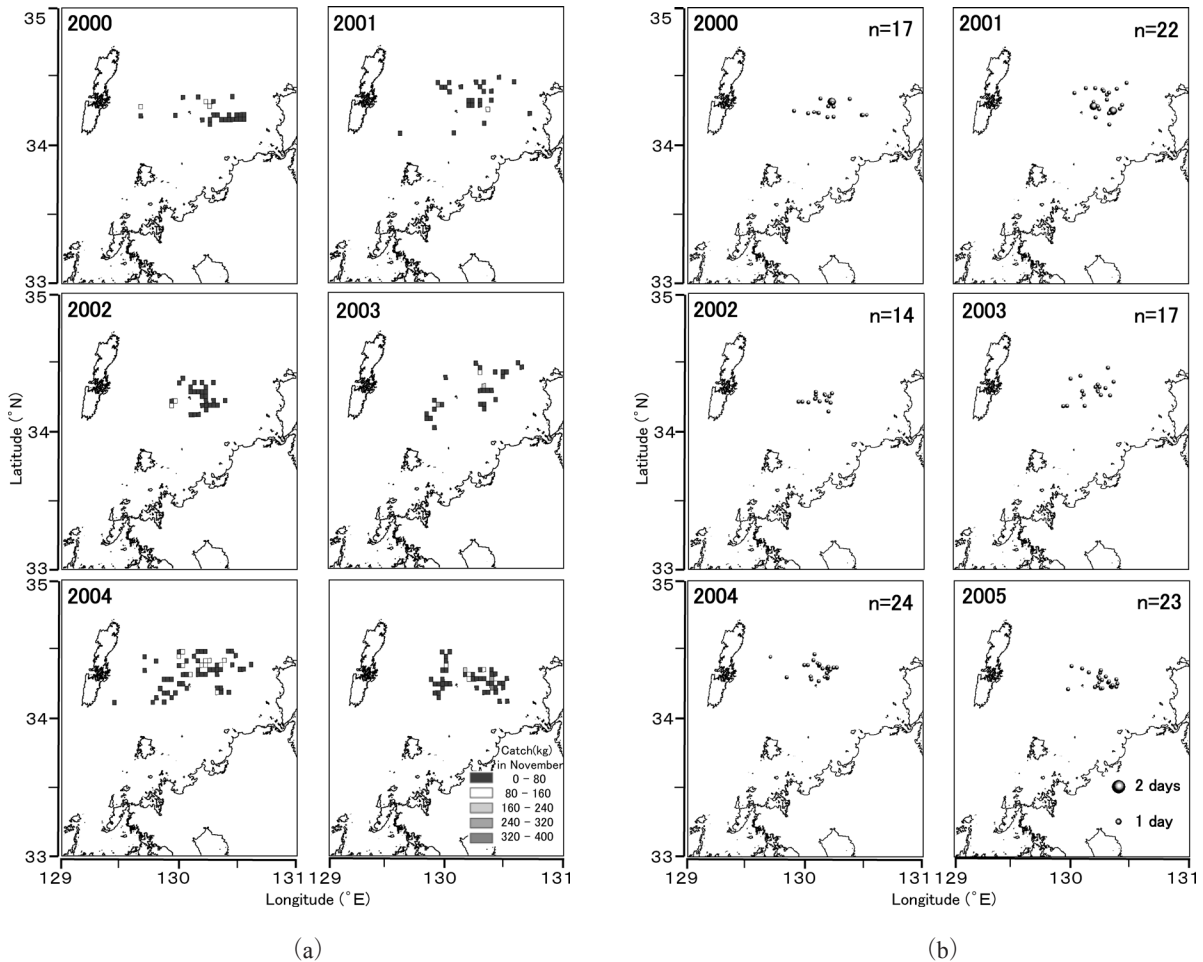


Figure 4. (a): Positions of the fishing operation and the catch of swordtip squid at each position in November. Colored square indicates the catch (kg) of each position. (b): Average fishing positions weighted by daily catch of the swordtip squid in November 2000–2005. See the legend of Fig. 3b for details.

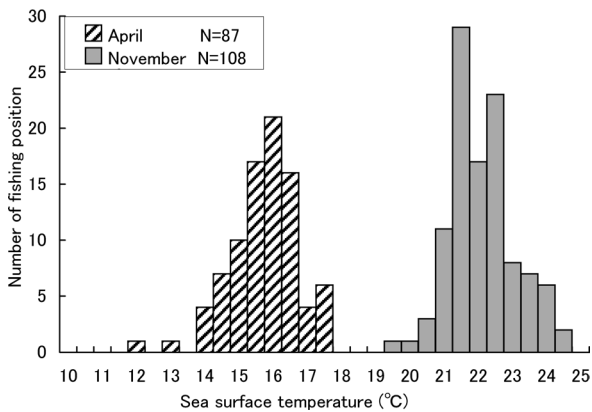


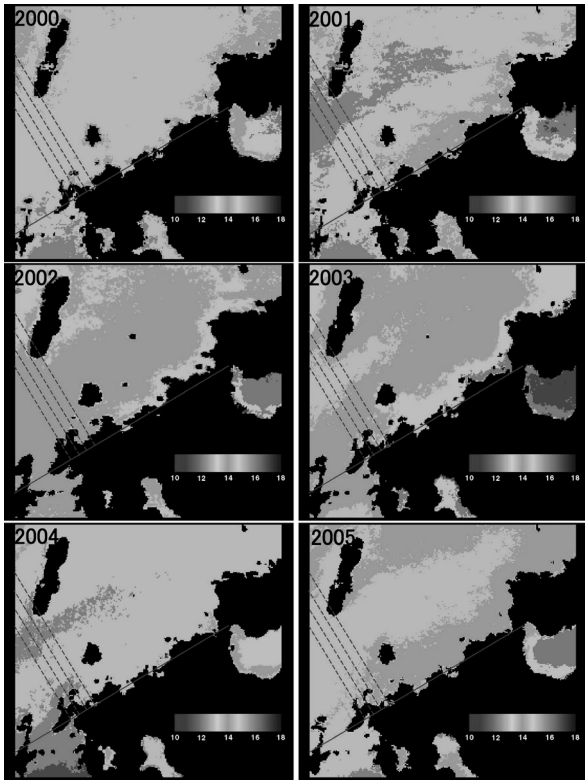
Figure 5. Number of the fishing position where the swordtip squid was caught for each sea surface temperature division in April and November, respectively. N: Total number of the fishing position.

で、2000年と2001年は部分的に22°C以上の水域が分布していた。一方、2002年は全体的に水温が低く、対馬東水道から海域中央部にかけて20°Cの海域が分布していたが、それ以外の水域は18°C以下であった (Fig. 7a)。

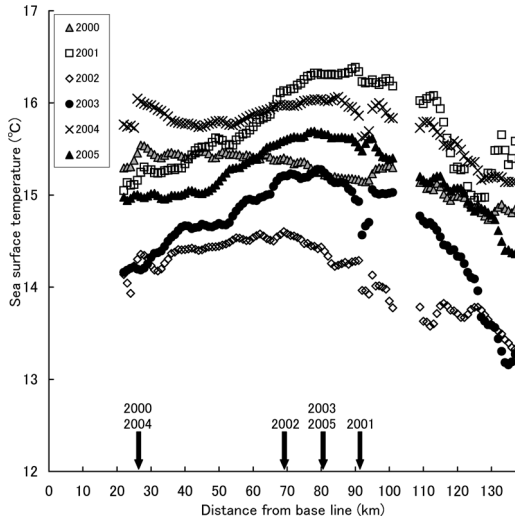
対馬東水道および壱岐水道に設定したLine A-D上の水温移動平均値の各年の分布をFig. 7bにまとめて示した。水温が全体に低かった2002年を除けば、いずれの年も基準線付近から沖合にかけての水温変化は小さかった。11月の水温分布からは、玄界灘に流入する対馬暖流の流動パターンは明確ではなかった。

ケンサキイカの成熟状態の時期による変化

生殖腺が成熟した個体数の割合は、4–5月と8–9月に高い値を示し (Fig. 8)、これらの時期に玄界灘で漁獲されたケンサキイカは産卵に向けて成熟が進んでいたことがわかった。一方、11月に福岡県沿岸で漁獲されたケンサキイカの生殖腺成熟度は極めて低かった。

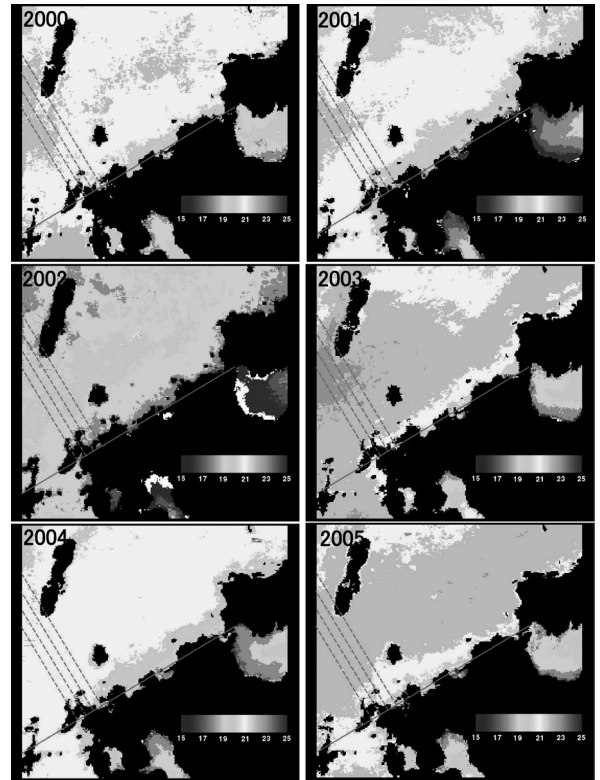


(a)

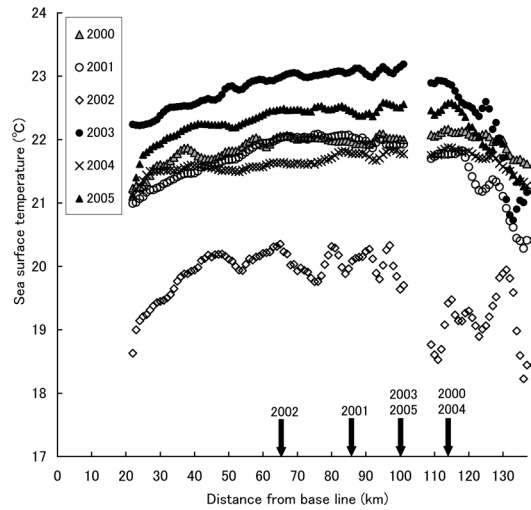


(b)

Figure 6. (a): Distributions of the monthly average of sea surface temperature in April 2000–2005. Colored bar in each panel indicates the temperature range in centigrade. See Fig. 1 for solid and broken lines in the figure. (b): Spatial changes in the monthly average of sea surface temperature in April 2000–2005 along the broken lines added to Fig. 6a (see the details for the text). The vertical arrow indicates the location where water temperature was the maximum for each year.



(a)



(b)

Figure 7. (a): Distributions of the monthly average of sea surface temperature in November 2000–2005. See the legend of Fig. 6a for details. (b): Spatial changes in the monthly average of sea surface temperature in November 2000–2005 along the broken lines added to Fig. 7a. See the legend of Fig. 6b for details.

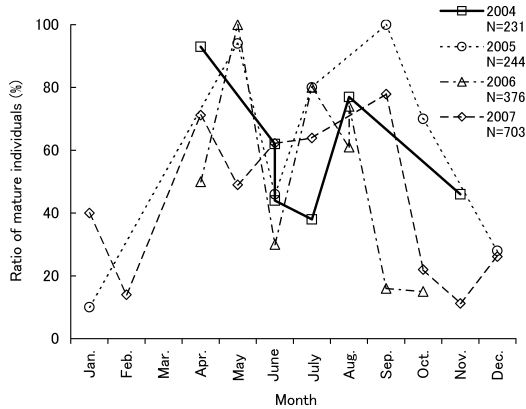


Figure 8. Monthly changes in the ratio of matured individuals of swordtip squid in 2004–2007. N: Total number of the sample for each year.

考察

本研究により、玄界灘では、産卵期である4月のケンサキイカの漁場が海表面水温14.0–17.5°Cの海域に形成されることが明らかとなった。これはケンサキイカが産卵のため、産卵に適した水温の海域に蜻集し、その結果、そこに漁場が形成されたことを示唆している。

古田 (1975) によれば、5月に漁獲されたケンサキイカのほとんどは成熟しており、また、長崎県から山陰の沿岸域では、4–7月に潮通しのよい島や礁の周辺に産卵場が形成されること (古田, 1980; 山本, 2003; 荒巻ほか, 2005; 河野, 2006), 2003年5月18日壱岐水道に位置する佐賀県東松浦群呼子町小川島北東約6 kmの水深48 mの海底でケンサキイカの卵が発見されたこと (野田ほか, 2003) が報告されていることから、毎年漁獲量が増加し始める直前の4月は、産卵のため接岸する回遊群を主に漁獲していると推測される。さらに高橋ほか (1988) は、玄界灘の筑前海におけるいか釣り漁船の操業時の分布状況から、5月に漁場が形成される水域の水温条件はおおむね14–18°Cであると報告している。またケンサキイカのふ化は水温10°Cではほとんど進まず、発生適水温は10–25°Cであること (Natsukari et al., 1991) を考え合わせると、4月の漁獲位置の水温範囲 (Fig. 7) は産卵に適した水温帯であることがわかる。

春季の昇温期であるこの時期に、玄界灘で漁獲されるケンサキイカは実際に成熟度が高く (Fig. 8), 産卵適水温の海域に蜻集するものと考えられる。玄界灘では、冬季にケンサキイカの産卵適水温よりも水温が低下することから、そこに対馬暖流が流入した結果、玄界灘に海表面水温14.0–17.5°Cの海域が広がれば、漁場はそれに対応して広い範囲に分散して形成され、逆に適水温の範囲が狭まれば、漁場は集中して形成されることになる。このように対馬暖流の玄界灘への流入状況は、産卵適水温の分布を介し

て、ケンサキイカの漁場形成と密接に関係しているものと考えられる。

安藤ほか (2011) は、対馬東水道および壱岐水道に設定したLine A–D上に出現する相対的に水温が高い水域の離接岸の状況は、玄界灘への対馬暖流の流入状況を示すことを明らかにした。彼らはさらに、春季における玄界灘のマアジ漁場形成について、対馬暖流が接岸パターンとなり沿岸域の水温が上昇した時には漁場が沿岸近くに集中し、逆に離岸パターンの場合には漁場が沖合に分散することを示し、漁場形成の要因が絶対的な水温ではなく相対的な水温分布の違いにあることを指摘した。これに対して、ケンサキイカの場合には、対馬暖流の離接岸やそれに伴う相対的な水温分布の違いとケンサキイカの漁場位置や漁場の集中・分散との間に明瞭な関連は認められなかった。毎年4月のケンサキイカの漁場形成は、産卵群を主な対象としているため、上記のように対馬暖流の流入状況に対応して決定される産卵適水温域の広がり大きく依存していることがわかった。

なお、安藤 (2002) は、春季のケンサキイカ漁場について、低水温域と暖水域のフロント部に漁場が形成されやすいことを指摘しているが、本研究では、漁獲位置の水温水平傾度 (水温フロントの強さの指標) とCPUEとの間には関連が認められなかった。

一方、産卵期ではない11月においても特定の水温範囲の海域に漁場が形成されていたが、漁獲された水温範囲 (20.5–24.5°C) は4月の水温範囲と全く異なっていた。漁場の中心付近に位置する沖の島に近接した定点における海洋観測結果によれば、この海域における4–5月の表層と底層の水温差はほぼ1°C程度であるのに対し、11–12月の水温差は年により異なるが平均して2°C程度である。ケンサキイカが樽流し漁法で操業される水深は通常底層であることから、11月に漁獲された水域の底層水温が海表面水温より2°C程度低かったと仮定しても、4月とは水温範囲が異なると判断される。河野 (1991) は、晩秋から冬季にかけて対馬から山口県萩市沖の見島との間の沖合域に分布する本種雌の成熟個体の割合が1%以下と低いことから、日本海南西部に秋に出現する群を秋季未成熟群であるとしている。また河野 (1997) は、この秋季未成熟群は山口県沿岸域から九州北部、対馬東岸付近へ移動し越冬すると想定した。これらは本研究の結果すなわち11月に玄界灘で漁獲されたケンサキイカのほとんどが未成熟の個体であったこと、また沖ノ島周辺海域に偏って漁場が形成され産卵適水温とは異なる水温範囲で漁獲されていたこととよく一致している。

以上のことから、玄界灘において対馬暖流が沿岸漁業に及ぼす影響の現れ方は、対象魚種の生理・生態的条件によって大きく異なることが分かる。とくに春季の玄界灘におけるケンサキイカの漁場形成は、産卵に適した水温条件

と密接に関連していることが明らかになったことから、今後、ケンサキイカの分布量等を調査する場合には、産卵適水温の分布を検討に加えることが必要と考えられる。また、秋季における漁場形成の要因を解明するためには、玄界灘に來遊するケンサキイカの生活史や周年にわたる生活実態に関するさらに詳細な調査が必要である。

謝 辞

本研究をまとめるにあたり、有益なご助言を頂いた山口県水産研究センター外海研究部の河野光久専門研究員に感謝する。衛星データの解析に関し多大な協力を頂いた日本船用エレクトロニクスの大阪栄治営業部長に深く感謝する。最後にデータの提供を頂いた独立行政法人西海区水産研究所と福岡県水産海洋技術センターのご協力に感謝する。

引用文献

- 安藤朗彦 (2002) 衛星リモートセンシング技術を用いた筑前海春季水温分布の変動といか釣り漁業との関連. 福岡水海技セ研報, **12**, 45-50.
- 安藤朗彦・石坂丞二・中田英昭 (2011) 玄海灘のマアジ漁場に及ぼす対馬暖流の影響. 水産海洋研究, **75**, 154-160.
- 荒巻 裕・野田信治・首藤俊雄 (2005a) 佐賀県玄海域におけるケンサキイカの生態I—漁獲状況, 資源動態, 成熟・産卵期, 分布. 佐賀玄海水振セ研報, **3**, 1-7.
- 荒巻 裕・野田信治・鷺尾真佐人・藤崎 博・柴山雅洋 (2005b) 佐賀県玄海域におけるケンサキイカの生態II—産卵生態と環境. 佐賀玄海水振セ研報, **3**, 9-15.
- 新谷久男 (1988) 日本のイカ漁業と資源 XI ケンサキイカの生活様式と資源状態. 水産技術と経営, **4**, 11-25.
- 古田久典 (1975) 筑前海域におけるケンサキイカについて. 昭和48年度福岡県福岡水産試験場研究業務報告, 83-91.
- 古田久典 (1978) 漁場. 西日本海域におけるケンサキイカ資源生態調査報告書, 47-54.
- 古田久典 (1980) 筑前海域におけるケンサキイカについて V—産卵

- 場と底質. 昭和53年度福岡県福岡水産試験場研究業務報告, 1-6.
- 河野光久 (1991) 沖合底曳網で漁獲されるケンサキイカの群性状について. 西海ブロック底魚調査研究会報, **1**・**2**, 37-46.
- 河野光久 (1997) 日本海南西海域におけるケンサキイカの資源生態学的研究. 山口外海水試研報, **26**, 1-25.
- 河野光久 (2006) 山口県日本海沿岸域で発見したケンサキイカ卵囊塊. 山口水研セ研報, **4**, 69-72.
- 河野光久 (2007) ケンサキイカ *Photololigo edulis* の資源生態 (総説). 山口水研センター研報, **5**, 81-98.
- 河野光久・田代征秋・小早川淳・秋元 聡 (1990) 山口県~九州北西部海域のケンサキイカ. 水産技術と経営, **36**, (4), 18-33.
- 森脇晋平 (1994) 日本海南西部沿岸海域におけるケンサキイカ *Photololigo edulis* の生態とその漁況に関する研究. 島根水試研報 **8**, 1-111.
- 夏 莉 豊・西山雄峰・中西祐子 (1986) ケンサキイカのアイソザイム (予報). 日本海西部海域に生息する“シロイカ”(ケンサキイカ・ブドウイカ)に関する共同研究報告書, **2**, 145-151.
- Natsukari, Y. and M. Tashiro (1991) Neritic squid resources and cuttlefish resources in Japan. Mar. Behav. Physiol., **18**, 149-226.
- 野田進治・鷺尾真佐人・増田裕二 (2003) 佐賀県玄海域におけるケンサキイカの産卵について. 西海ブロック漁況調査研究報告書, **10**, 29-36.
- 小川嘉彦・山本達雄・名角辰郎・森脇晋平 (1982) 日本海南西沿岸水域における“シロイカ”漁場の漁況特性. 水産海洋研究会報, **41**, 1-10.
- 高橋 実・古田久典 (1988) いか釣り漁業からみた筑前海域におけるケンサキイカ・ブドウイカの漁場形成と海洋構造. 福岡水試研報, **14**, 13-21.
- 田代征秋 (1977) 九州北西沿岸域のケンサキイカとその漁業. 日本海ブロック試験研究集録, **1**, 81-96.
- 田代征秋・立石 賢・矢田武義 (1976) 標識放流によるケンサキイカの回遊について. 長崎水試研報, **2**, 5-11.
- 山本憲一 (2003) ケンサキイカ産卵場調査. 平成14年度長崎県総合水産試験場事業報告, 43-44.