

## 道東太平洋におけるスルメイカの魚群探知機の反応

坂口 健司

北海道立総合研究機構水産研究本部

Echoes of Japanese common squid *Todarodes pacificus* off the Pacific coast of eastern Hokkaido

KENJI SAKAGUCHI

Hokkaido Research Organization, Fisheries Research Department, Yoichi, Hokkaido 046-8555, Japan

We measured daytime echoes of Japanese common squid *Todarodes pacificus* off the Pacific coast of eastern Hokkaido in 2009 and 2011. We recorded the echoes of squids with approximately 15-25 cm mantle length, occurring at a depth of 15-100 m and temperature of 3-12°C, in the water column over the continental shelf. These echoes, which ranged in height from approximately 10 m to 50 m, were distinguishable from the small echoes of the other marine organisms, which aggregated near the surface and upper layers.

キーワード : echo, *Todarodes pacificus*, エコーグラム, 魚群探知機, スルメイカ, 道東太平洋

重要な水産資源であるスルメイカ *Todarodes pacificus* の来遊量を予測するためのデータは、主に調査船調査で得られている。現状では、1日の調査実施点数は、いか釣りでは1-2点、表層トロールで数点に限られる(山下ら, 2012)。しかし、本種の太平洋での分布は日本沿岸から東経165°付

近までと広い(森, 2008)。その結果、局所的に集群するイカ群を見落としやすい状況にある。この問題を改善する方法の一つとして、調査線上の分布を連続的に把握する計量魚群探知機(以下、計量魚探)の調査がある。

計量魚探の調査では、得られたエコーグラムから対象種の反応を識別する技術や知見が必要となる。エコーグラムの種判別は解析結果の信頼性を左右する重要な要素である。しかし、スルメイカは鰾を持たないために音響反応が弱く(Foote, 1980)、その反応を識別して抽出することは難しい(川端, 2003, 藤野ら, 2010)。本研究では、道東太平洋におけるスルメイカのエコーグラムの反応を、いか釣りによって確認し、その特徴を検討した。

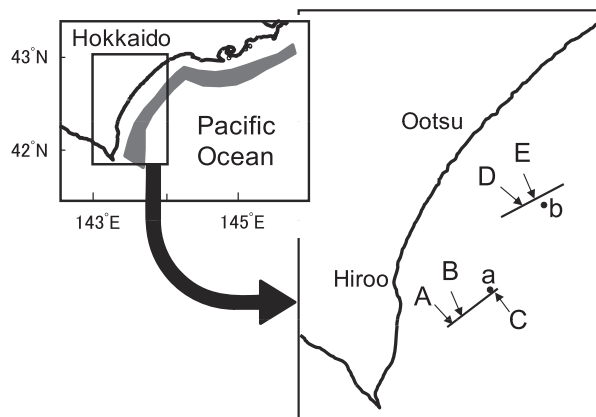


Fig. 1 Survey area and acoustic transect lines off the Pacific coast of eastern Hokkaido. The shaded region indicates the acoustic survey area. Solid lines indicate transect lines off Hiroo and Ootsu in August 2009 and August 2011. Arrows (stations A-E) and black dots (stations a and b) indicate squid jigging points and temperature observation stations, respectively.

Table 1 Research dates and time, locations, and number of jigged individuals off the Pacific coast of eastern Hokkaido, in 2009 and 2011.

Research date	Time	Station No.	Location		No. of jigged individuals
			N	E	
2009. Aug. 24	10:23	A	42°09'	143°31'	4
	11:20	B	42°10'	143°34'	112
	13:17	C	42°14'	143°42'	27
2011. Aug. 21	14:58	D	42°27'	143°47'	20
	15:45	E	42°28'	143°49'	32

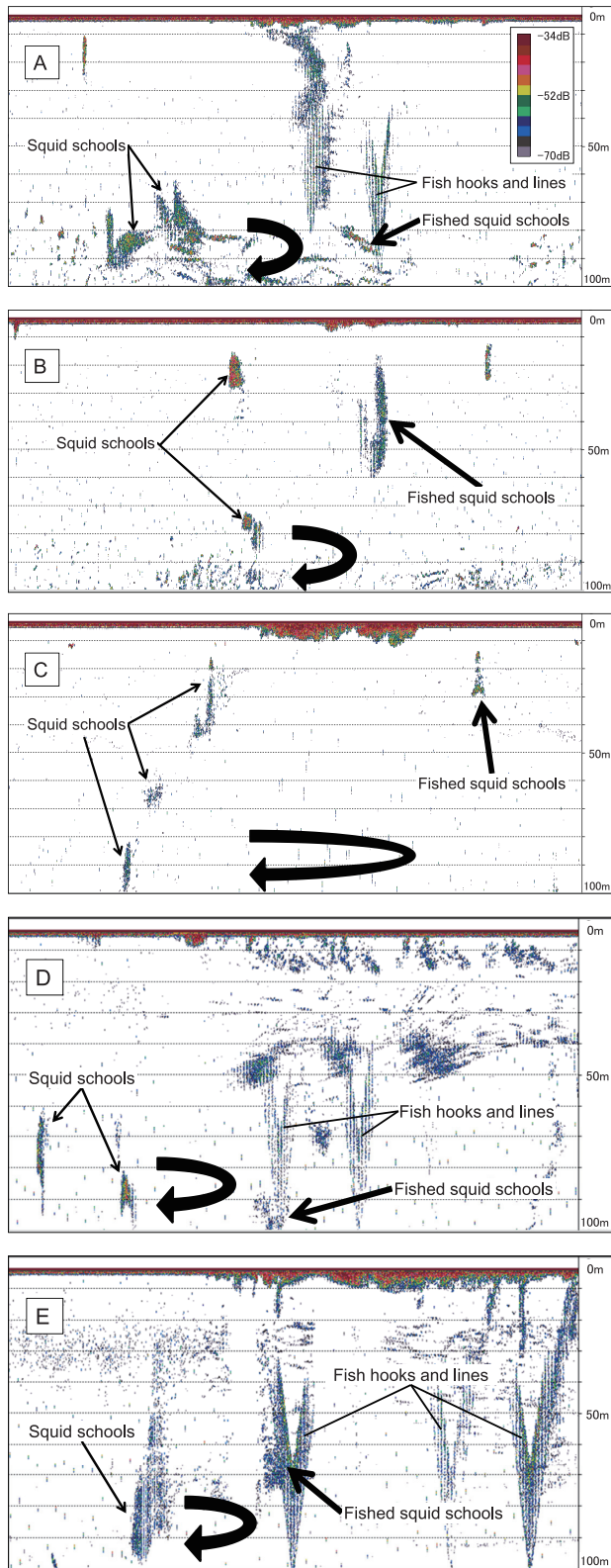


Fig. 2 Echograms of *Todarodes pacificus* fished off the Pacific coast of eastern Hokkaido in August 2009 (A-C) and August 2011 (D and E). Thin arrows indicate squid school echoes occurring during the acoustic survey. Curved arrows indicate periods during which the ship returned and stopped above the echoes. Thick arrows indicate echoes of fished squid schools.

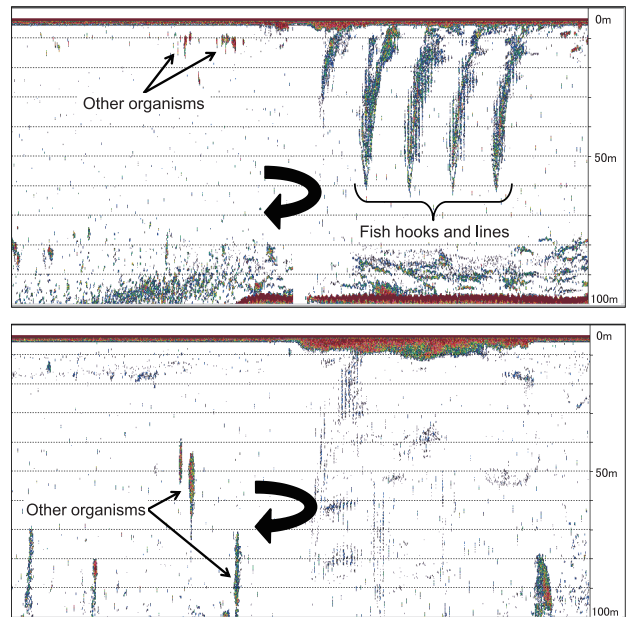


Fig. 3 Examples of echograms recorded during which no squid was caught off the Pacific coast of eastern Hokkaido. Thin arrows indicate echoes of other marine organisms occurring during the acoustic survey. Curved arrows are the same as in Fig. 2.

### 試料及び方法

2009, 2011年の8月下旬に釧路水産試験場試験調査船北辰丸 (216 t) の計量魚探 (Kongsberg社製 EK-60, 38 kHz, ビーム角約7°) を用いて、道東太平洋の大陸棚周辺 (水深 100–300 m) に設定した調査線を5.5–9.0ノットで航行しエコーグラムを収集した (Fig.1, 灰色部分)。調査時刻は6–18時の明るい時間帯とした。計量魚探のパルス長は1.0 ms, 送信周期は1.4 sとし、キャリアレーションは調査の約3ヶ月前に行った。

調査線を航行中に、ほぼ反応がない状態のエコーグラムに何らかの反応が現れる度に、それがスルメイカの反応であるかどうかを確認するために、反応を通過した後、反応の真上に戻って停船し、いか釣りをを行った。いか釣りには、船の右舷に設置した6台の2連式自動イカ釣り機を用いた。仕掛けには、先端の錘の上約9 mの位置から1 m間隔で25本のイカ釣り針を付けた。合計の針数は300針 (25本×2組×6台) とした。仕掛けを降ろす深度は出現した反応の深度に合わせて調節し、最大で深度120 mまでとした。出現した反応1回につき、仕掛けを海中に1–5回降ろし、釣獲の有無を確認した。いか釣り終了後、調査線の航行を再開し、次の反応の出現を待つことを繰り返した。調査線の近くで表面から海底付近までの水温観測を行った (Fig.1 st.a, b)。

釣獲されたスルメイカを冷凍して陸上に持ち帰り、実験

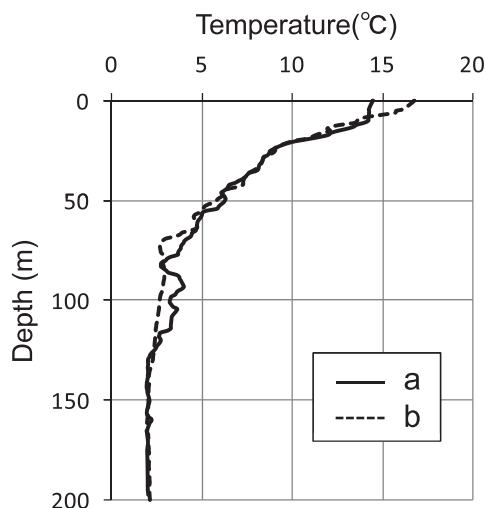


Fig. 4 Vertical profiles of the water temperature at station a (solid line) in August 2009, and station b (broken line) in August 2011. See Fig. 1 for the station locations.

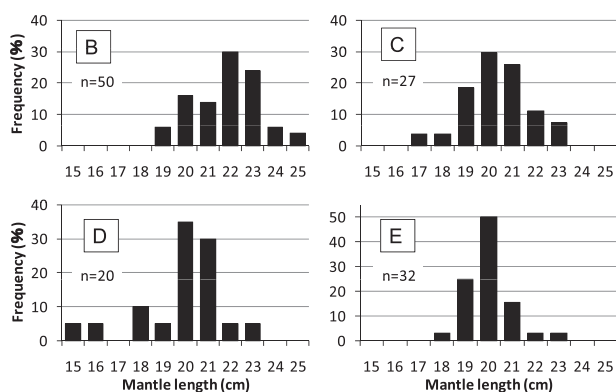


Fig. 5 Mantle length distribution of *Todarodes pacificus* echoes recorded off the Pacific coast of eastern Hokkaido in August 2009 (stations B and C) and August 2011 (stations D and E). See Fig. 1 and Table 1 for the station locations.

室で解凍して外套長を測定した。いか釣りによって本種がまとまって釣れたときのエコーグラムの反応を本種の反応と判断した。本研究では、道東太平洋に設定した調査海域の中で、スルメイカが多く釣れた2009年の広尾沖と2011年の大津沖の調査線上の調査点 (Fig.1, Table 1) におけるEK-60で再生したエコーグラム (スレッシュホールドは-70dB) を用いた。ただし、補助的に用いたカラー魚探による干渉反応がエコーグラム上に見られたため、TSやSVなどの音響反射強度についてはほとんど検討できなかった。

## 結果

2009年は道東太平洋において16ヶ所のエコーグラムの反応に対していか釣りをを行い、4ヶ所でスルメイカが釣れた。2011年は24ヶ所のうち6ヶ所で本種が釣れた。Fig.2のA-Eに、本種がまとまって釣れた2009年の広尾沖のst.A-C、および2011年の大津沖のst.D, Eについて、イカと考えられる反応の出現からいか釣りをに行った時のエコーグラムを示した。なお、すべてのエコーグラム全体に多数見られる小さな点状の反応は、カラー魚探の干渉反応である。また、主に釣獲時の海面から深度10 m付近までの赤色の帯状の反応は操船にともなう泡の反応と考えられる。

Aでは深度60-100 mに反応 (細い矢印) が現れ、反応上に戻って停船し (曲線の矢印)、仕掛けを2回降ろした結果、4個体のスルメイカが釣れた。海中に降ろした仕掛けが船体の下に入り込んだため、仕掛けの反応がエコーグラムにV字状に映り、仕掛けがイカ群と考えられる反応 (太い矢印) のある深度80 m付近に達した。

Bでは深度15-25 mと80 m前後に反応が現れ、反応上に戻って仕掛けを深度80 mまで1回降ろしただけで、112個体のスルメイカが釣れた。この時に、反応は深度20-60 mに見られたが、仕掛けの反応も含まれている可能性がある。

Cでは深度15-100 mに3つに分かれた反応が出現し、仕掛けを深度80 mまで降ろし、27個体のスルメイカが釣れた。釣獲時に深度15-30 mに見られたイカ群と考えられる反応は、停船前に同じ深度に出現した反応と形状が似ていた。

Dでは深度60-95 mに2つの反応が出現し20個体のイカが、Eでは深度50-100 mに1つの反応が出現し32個体のイカが釣れた。イカ群と仕掛けと考えられる反応が見られた。

兩年を通じて、深度30 m以浅の表層に現れた小さな反応の集まり (Fig.3上図) を対象に12ヶ所でいか釣りを行ったが、イカは釣れなかった。また、数ヶ所で出現した鉛直方向に15-30 mの細長い反応 (Fig.3下図) でもイカは釣れなかった。

スルメイカの反応が出現した水温は、2009年に反応が出現した深度 (15-100 m) では約3-12°C、2011年の出現深度 (50-100 m) では約3-6°Cであった (Fig.4)。

B-Eで釣れたスルメイカの外套長は、範囲が15-25 cm台、モードが20 cm台 (C-E) と22 cm台 (B) であった (Fig.5)。

## 考察

計量魚探で対象種の分布を把握するためには、対象種の反応を識別するための技術や知見が欠かせない。本研究では道東太平洋におけるスルメイカと考えられるエコー

グラムの反応の例を示した。他海域におけるスルメイカの計量魚探調査（川端，2003，藤野ら，2010）から，本種は38kHzの計量魚探に映ることが示されている。本研究では，反応の真上にある船から，いか釣りの仕掛けを反応の深度を通過するように降ろして釣獲の有無を確認する方法を用いて，本種を確認した。仕掛けを海中に数回降ろすだけで，多い時には数十個体かそれ以上のスルメイカが釣獲された。これらのことから，本研究の種確認は信頼性が高いと考えられる。

8月の道東太平洋の大陸棚周辺における外套長20cm前後のスルメイカの昼間の反応は，深度では15–100 m，水温では3–12°Cの範囲に出現した。本種の反応の形状は層状ではなく，高さが10–50 m程度で1つまたは複数の反応の塊として識別可能であった。また，表層の小さい反応の集まりは本種の反応ではないと考えられた。

なお，Echoview（Myriax社製）を用いてst.Eで出現した反応の体積後方散乱強度（SV）の頻度を見たところ，モードは–64から–61dBに見られた。カラー魚探の干渉反応は点状であるため，SVのモードに大きく影響してないと仮定すると，この値は三陸沖のスルメイカについて多く見られたSVである–65から–60dB（川端，2003）とほぼ一致していた。

三陸沖における夏の日中の本種の分布は，主に水深150–250 m前後の海底付近に出現すると報告されている（川端，2003）。本研究での出現深度はこの報告よりも浅く，海底から離れていた。この理由として，本種が道東太平洋の100 m以深にある3°C以下の低水温域を避けている可能性がある。実証的な研究が今後の課題として残された。

これまでに報告されているスルメイカの反応（川端，2003，藤野ら，2010）は，海底付近を広範囲に抽出したものが多かったため，底魚類など他の生物の反応も少なからず含まれることが懸念される。一方，本研究の道東太平洋で得られた反応は，中層の比較的独立した反応として

識別することができた。ただし，この海域の海底付近にもスルメイカが分布するなら，その反応の識別方法について，更なる調査研究が必要である。

本研究によって道東太平洋におけるスルメイカのエコーグラムの反応の特徴の一部が明らかとなった。これらは本種の計量魚探調査を実施して解析を進める糸口になる。さらに精度の高い解析のためには，本種について音響干渉のない計量魚探データを収集し，TSやSVなどの音響特性を種判別や分布量推定に活用する必要がある。

## 謝 辞

本報告をまとめるにあたり，貴重なご意見をいただいた釧路水産試験場の佐藤充氏をはじめとする方々，海上調査に協力を頂いた釧路水産試験場試験調査船北辰丸の乗組員の皆様に感謝する。

## 引用文献

- Foote KJ. Importance of the swimbladder in acoustic scattering by fish: A comparison of gadoid and mackerel target strengths. *J. Acoust. Soc. Am.* 1980; 67: 2084–2089.
- 藤野忠敬，川端淳，木所英昭. エコーグラム図鑑—日本周辺で計量魚群探知機により観察される生物種別エコーグラム—. 日本海区水産研究所，新潟. 2010; 216pp.
- 川端淳. 計量魚探を使った1996～2001年の三陸北部海域におけるスルメイカの現存量推定. 平成14年度イカ類資源研究会議報告. 2003; 77–82.
- 森賢. スルメイカ冬季発生系群の初期生態と資源変動機構に関する研究. 博士論文，北海道大学，函館. 2008.
- 山下紀生，加賀敏樹，福若雅章. 平成23年度スルメイカ冬季発生系群の資源評価. 「平成23年度我が国周辺水域の漁業資源評価（魚種別系群別資源評価・TAC種）第1分冊」水産庁増殖推進部・独立行政法人水産総合研究センター，東京. 2012; 593–624.