

## 釣機負荷データを用いたスルメイカの 釣獲状況の連続モニタリング

四方崇文,<sup>1\*</sup> 三木智宏,<sup>2</sup> 高山 剛,<sup>3</sup>  
持平純一,<sup>1</sup> 稲田博史,<sup>4</sup> 渡部俊広<sup>3</sup>

(2011年7月20日受付, 2011年9月9日受理)

<sup>1</sup>石川県水産総合センター, <sup>2</sup>株式会社東和電機製作所,  
<sup>3</sup>独水産総合研究センター水産工学研究所, <sup>4</sup>東京海洋大学海洋科学部

Continuous monitoring of catch fluctuation of Japanese common squid  
*Todarodes pacificus* using load data of squid jigging machine

TAKAFUMI SHIKATA,<sup>1\*</sup> TOMOHIRO MIKI,<sup>2</sup> GO TAKAYAMA,<sup>3</sup>  
JUNICHI MOCHIHIRA,<sup>1</sup> HIROSHI INADA<sup>4</sup> AND TOSHIHIRO WATANABE<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ishikawa Prefecture Fisheries Research Center, Housu, Ishikawa 927-0435, <sup>2</sup>Towa Denki Seisakusho Co., Ltd., Hakodate, Hokkaido 040-0077, <sup>3</sup>National Research Institute of Fisheries Engineering, Fisheries Research Agency, Kamisu, Ibaraki 314-0408, <sup>4</sup>Faculty of Marine Science, Tokyo University of Marine Science and Technology, Minato, Tokyo 108-8477, Japan

In order to study the process from gathering to capture of Japanese common squid *Todarodes pacificus* under a jigging boat, it is necessary to monitor rapid changes of the catch of the squid during jigging operation. For this purpose, we developed a logging system to record the load of the automatic jigging machine and evaluated the usefulness of load data for estimating the number of squid caught per unit effort (CPUE). Thirty-four jigging operations were conducted by R/V *Hakusan-maru* (167 gross tons) in the Sea of Japan. The squid were caught by using 14 jigging machines and the load data of each machine were logged every second on a laptop computer. Number of squid caught was counted by hand or video images and CPUE was calculated. Average load during hauling of the jig line was closely correlated with the measured CPUE in consideration of body size, and an equation for estimating CPUE from load data was derived. The estimated CPUE were in good agreement with the measured CPUE over a wide time scale from one stroke of the jig line to the overall operation. These results indicate that the logging system is especially useful for high time-resolution monitoring of the catch.

キーワード：自動イカ釣機, スルメイカ, 釣獲量, 負荷, 連続モニタリング

近年, 燃油価格は世界的に上昇する傾向にあり, 地球温暖化対策や社会の持続的発展の観点からも化石燃料に対する依存度を下げる必要性が増しており, 省エネルギー技術の開発と普及は多くの分野で重要な課題になっている。イカ釣り漁業では発光ダイオード(LED: Light Emitting Diode)を用いた船上漁灯の実用化試験が進められているが,<sup>1,2)</sup> その釣獲性能は現用のメタルハライド漁灯に比べて低い水準に留まっており, 普及を目指すうえで一層の性能向上が求められている。<sup>3,4)</sup> しかし, スルメイカ *Todarodes pacificus* の誘集から釣獲に至

る過程や灯光の機能は十分には解明されておらず, このことがLED漁灯の実用化を遅らせる一因になっている。このような現状を受けて, 著者らはイカ釣り漁業におけるスルメイカの誘集・釣獲のメカニズムを解明するための研究を進めており, 前報<sup>5)</sup>では船上漁灯によって形成された船底下陰影部には船体周囲に集めたスルメイカを船底下に誘導・集約して, 釣獲に結びつける機能があることを報告した。しかし, 実際にどのような経路でスルメイカが船底下に入り, 釣獲されるのかについては未解明である。このことを明らかにするにはソナーや魚

群探知機による行動観察とともに釣獲状況を連続的に把握し、スルメイカの行動と釣獲を一連の現象として捉える必要がある。しかし、手作業で釣獲尾数を計数する従来の手法では釣獲状況は通常1時間単位でしか把握できないため、行動と釣獲を関連づけることができなかった。本研究では釣獲状況を高い時間分解能でモニタリングする技術を確立することを目的として、自動イカ釣機の負荷データを1秒間隔で記録するシステムを構築し、取得したデータが釣獲状況の把握に有効かどうかを検討した。

### 材料および方法

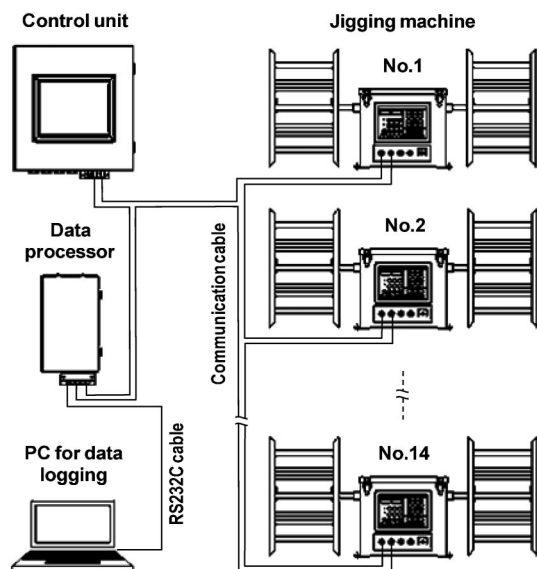
**釣機負荷記録装置** 調査には石川県水産総合センターの漁業調査指導船白山丸（総トン数167トン）を用いた。白山丸には株式会社東和電機製作所製の自動イカ釣機（EX-1PBX、菱形巻上ドラム2個装着）が片舷7台ずつ合計14台装備されている。同釣機にはモーター電流の変動をkg単位の負荷値に換算して集中制御盤に表示する負荷表示機能がある。本研究では釣機毎の負荷、巻上ドラム回転数および釣具ラインの錘深度の各データを1秒間隔でパーソナルコンピュータに出力・記録するためのデータプロセッサとソフトウェアを作製してFig. 1のシステムを構成した。制御盤に表示される負荷値については、東和電機製作所が製品開発の段階で陸上の実験装置を用いて調べた釣機のモーター電流と負荷の関係から算出されており、これは釣機の巻上ドラム外周に様々な重量負荷をかけながらドラムを様々な回

転数で駆動したときのモーター電流の測定データに基づいている。

**釣獲試験** 2010年6月～2011年5月に日本海沖合で合計34回のイカ釣り操業を行った（Table 1）。操業前にシーアンカーを投入し、日没後から日出前の夜間にメタルハライド船上灯78灯（合計234kW）を点灯し、自動イカ釣機を用いてスルメイカを釣獲した。釣具ラインにはナイロンテグスを用いて1.05m間隔で擬餌針24本を連結し、約5.4mのテグスを介して下端に錘を付けた。錘の最大垂下深度は75m、釣具ライン引き上げ時

**Table 1** Records of squid jigging operations in this study

Date* <sup>1</sup>	Location		No. of squid caught	CPUE* <sup>2</sup>	ML* <sup>3</sup> (cm)
	Lat.	Lon.			
June 15, 2010	N 38°01'	E 136°21'	4,527	35.9	19.9
June 16, 2010	N 38°40'	E 135°02'	284	2.3	20.4
June 17, 2010	N 39°00'	E 133°40'	2,766	22.0	22.1
June 18, 2010	N 39°41'	E 134°19'	3,298	26.2	20.7
June 19, 2010	N 39°40'	E 135°02'	6,594	52.3	21.7
June 20, 2010	N 40°01'	E 135°40'	1,612	12.8	22.0
June 21, 2010	N 39°01'	E 135°40'	2,859	24.5	20.7
Aug. 19, 2010	N 41°30'	E 137°29'	3,845	54.3	22.1
Aug. 20, 2010	N 40°25'	E 135°58'	2,880	23.8	23.0
Aug. 22, 2010	N 39°59'	E 135°01'	2,381	21.6	22.4
Aug. 23, 2010	N 39°42'	E 134°19'	1,924	17.2	23.3
Aug. 24, 2010	N 41°24'	E 137°25'	393	3.8	22.0
Sep. 10, 2010	N 41°39'	E 137°34'	789	6.0	22.6
Sep. 11, 2010	N 43°02'	E 137°45'	7,416	76.6	25.5
Sep. 12, 2010	N 43°02'	E 137°45'	4,259	32.3	25.7
Sep. 13, 2010	N 41°56'	E 137°01'	8,077	72.3	24.4
Sep. 14, 2010	N 40°28'	E 136°05'	7,569	63.4	23.1
Sep. 15, 2010	N 40°39'	E 136°09'	1,223	11.4	23.9
Oct. 14, 2010	N 40°55'	E 136°15'	6,423	70.1	25.4
Oct. 15, 2010	N 40°45'	E 136°13'	5,733	32.8	26.0
Oct. 16, 2010	N 40°50'	E 136°15'	6,967	73.7	26.3
Oct. 17, 2010	N 40°31'	E 136°04'	1,570	9.0	25.4
Oct. 18, 2010	N 40°05'	E 135°05'	4,673	26.7	24.7
Oct. 19, 2010	N 39°50'	E 134°40'	2,326	13.3	25.2
Nov. 5, 2010	N 39°49'	E 134°57'	1,500	8.2	25.7
Nov. 6, 2010	N 39°09'	E 133°38'	422	2.3	25.7
Nov. 7, 2010	N 38°42'	E 133°14'	6,289	40.8	26.9
May 17, 2011	N 37°54'	E 133°24'	3,644	28.9	18.1
May 18, 2011	N 38°40'	E 133°33'	2,049	16.3	17.6
May 19, 2011	N 38°57'	E 133°53'	1,669	13.2	16.6
May 20, 2011	N 37°53'	E 132°33'	47	0.4	17.2
May 21, 2011	N 37°37'	E 133°18'	1,361	11.8	16.8
May 22, 2011	N 37°42'	E 133°58'	1,319	10.5	17.2
May 23, 2011	N 37°31'	E 134°08'	3,862	32.5	18.4



**Fig. 1** Data logging system for squid jigging machine. The load and rotation speed of the machine and depth of sinker were automatically recorded every second on a laptop computer.

\*<sup>1</sup> Each operation was conducted between sunset and sunrise of the next day.

\*<sup>2</sup> Catch per unit effort (number of squid caught/machine-hour).

\*<sup>3</sup> Average dorsal mantle length of 200 squid caught (except May 20, 2011).

には、錘深度 39~75 m ではシャクリ、同 25~39 m では巻上、同 0~25 m では擬餌針の巻き取り動作になるよう釣機を設定した (Fig. 2)。操業中には各釣機の負荷等のデータを自動記録するとともに、両舷それぞれについて 1 時間単位で釣獲尾数を手作業で計数し、釣機 1 台 1 時間当たりの釣獲尾数 (CPUE) を算出した。

**釣機別釣獲尾数の計測** 2010 年 10 月の調査時に各釣機の本体上部に MOBOTIX 社製のネットワーク型監視カメラ (DualNight M12) を設置し、ガイドローラーを通過して釣獲されるスルメイカを動画撮影できるようにした。各カメラと船内に設置した PoE 給電ハブ、パーソナルコンピュータおよびファイルサーバーを LAN ケーブルで接続し、船内からカメラを制御して釣獲状況を録画した。そして、その画像を再生して釣獲尾数を目視計数するとともに釣獲時刻を記録した。録画した画像のうち本研究では 2010 年 10 月 16 日の操業について、釣獲状況に合わせて釣機数台を選定して釣獲尾数を計数した。

**音響機器調査** 白山丸には古野電気株式会社製のカラー魚群探知機 FVC-1200L (周波数: 107 kHz) とスキャニングソナー CSH-81 (周波数: 81 kHz) が装備されている。操業時には両機器を常時稼働させ、音響画像を前報<sup>5)</sup>の方法で記録した。2010 年 9 月の調査時には船底下のスルメイカの分布密度を計量魚群探知機で測定した。計量魚群探知機には SIMRAD 社製の EK60 シ

ステム、送受波器には周波数 70 kHz の同社製 ES70-11 を用いた。操業時に送受波器をステンレス製フレーム (54×54×54 cm) に固定し、船体中央付近の左舷側ダビットから音響ビームが鉛直下向きになるように深度 5 m に垂下した。釣機稼働中には上下する釣具ラインのエコーが強く、分布密度が正確に測定できないので、1 時間毎に 10 分間、釣具ラインを完全に引き上げて釣機を停止して分布密度を測定した。スルメイカのターゲットストレングスは前報<sup>5)</sup>と同様 *in situ* 法により求め、Myriax 社製のソフトウェア Echoview 4.9 でデータ解析した。

## 結果

**深度別の釣機負荷とスルメイカの分布密度** 釣機の負荷からスルメイカの釣獲尾数 (CPUE) を推定するには、釣獲を反映した深度帯のデータを用いる必要がある。そこで、2010 年 9 月 11 日の操業で得たデータについて、釣具ライン引き上げ時の負荷変動を調べた (Fig. 3)。操業時の平均負荷は釣具ラインを引き上げ始めてから徐々に上昇し、錘深度 30 m 付近で最大に達した後、低下することが分かった。操業中に手作業で計数して求めた CPUE は 19:00~20:00 に 25 尾、23:00~00:00 に 65 尾、02:00~03:00 に 239 尾と上昇傾向にあ

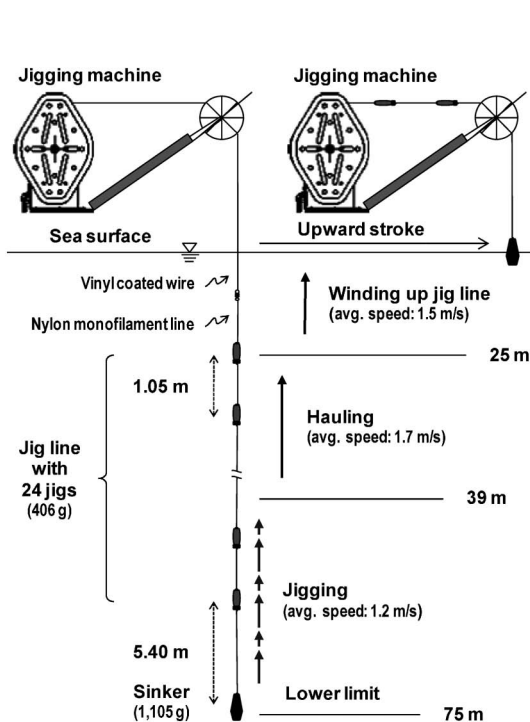


Fig. 2 Arrangement of squid jig line and operating conditions of the jigging machine in this study. Average time taken for one complete to-and-fro motion of the jig line was 100 seconds.

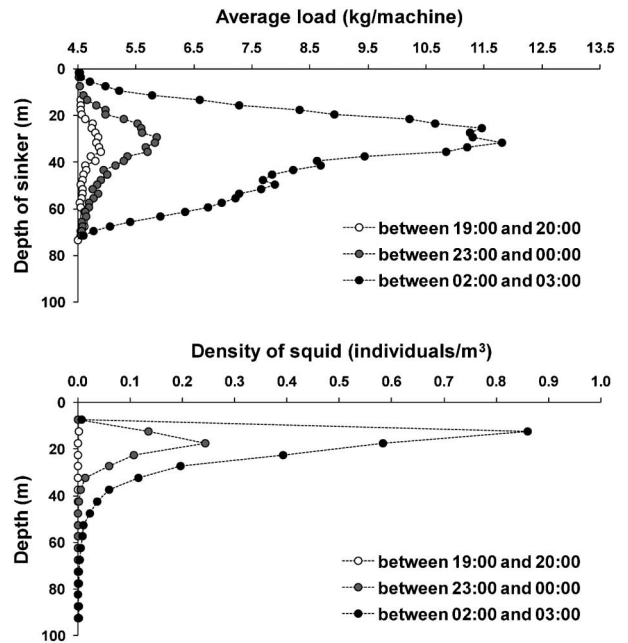
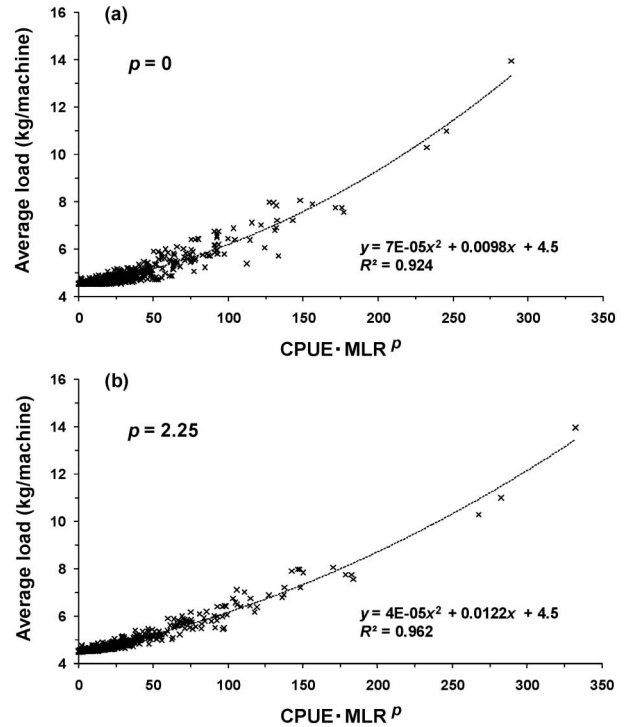


Fig. 3 Changes in average load of all jigging machines during moving up of the jig line and vertical distribution of the squid from 19:00 on Sep. 11, 2010 to 03:00 of the next day. Load data were averaged for every 2 m depth layer. Density of squid was measured for every 5 m depth layer by using a quantitative echosounder (split-beam SIMRAD EK 60 system).

り, CPUE の上昇に連動して錘深度 30 m 付近の負荷も上昇することが確認できた。計量魚群探知機で測定したスルメイカの分布密度も時間経過とともに上昇しており, 特に深度 10~25 m の密度上昇が顕著であった (Fig. 3)。錘から最上部の擬餌針までの長さは約 30 m であり, 錘深度 30 m のときには擬餌針は深度 0~25 m の位置にある。従って, 大部分の擬餌針が分布密度の高い深度帯に遭遇・通過した時点で釣機の負荷が最大になることが分かった。一方, 錘深度が 25 m より浅くなると負荷は低下したが, これは擬餌針に掛かったスルメイカが海面上約 4 m の位置にあるガイドローラーを通過して擬餌針から順次はずれるためである。以上の結果から, 釣獲を反映するデータとして錘深度 30 m 前後の負荷が適当と判断し, 本研究では錘深度 25~39 m の巻上時の平均負荷と CPUE の関係を調べることにした。

**釣機負荷と CPUE の関係** 手作業で釣獲尾数を計数して求めた両舷それぞれの 1 時間単位の CPUE と同時時間帯の両舷釣機各 7 台の巻上時の平均負荷の関係を調べた。なお, スルメイカの魚体サイズが小さい 5~6 月の操業時に比べて魚体サイズが大きい 9~11 月の操業時には, CPUE が同程度でも負荷は高い傾向にあった。そこで, 魚体サイズの要素を加味して負荷と CPUE の関係を調べた。具体的には, 盛漁期である 8~10 月<sup>6)</sup>に釣獲した個体の平均外套長 (24 cm) を標準的な値とし, これに対する操業毎の平均外套長の比 (MLR) を求め, さらに MLR のべき乗と CPUE の積 (CPUE・MLR<sup>p</sup>) を求めて負荷との相関を分析した (Fig. 4)。両者の関係はやや湾曲しており, 予備的検討から関係式として 1 次直線よりも 2 次曲線のほうがあてはまりが良いと判断された。また, スルメイカが釣獲されなかった時間帯の巻上時平均負荷は 4.5 kg であったことから, 回帰式として  $y = ax^2 + bx + 4.5$  をあてはめ, この回帰曲線と各プロットの残差平方和が最小になる指数  $p$  を係数  $a, b$  とともに Microsoft Excel のソルバーで求めた。その結果, 最適解として  $p = 2.25$  が得られ, 外套長を全く考慮しない場合 ( $p = 0$ ) に比べてプロットのばらつきが小さくなり, 回帰式のあてはまりも向上した。面積は長さの 2 乗に比例し, 物体の流体抵抗はその代表面積に比例する。MLR のべき乗の指数が 2 に近い値になるということは, 擬餌針に掛かったスルメイカを水面方向に引き上げるときに生じる流体抵抗が負荷上昇の要因であることを示唆している。一方, CPUE・MLR<sup>p</sup> と負荷の関係が湾曲する理由については, 釣具ラインに多数のスルメイカが掛かるとラインがなびいた状態で引き上げられるため抵抗が増すことなど幾つか想定されたが原因は特定できなかった。

**推定値と実測値の比較** 手作業で釣獲尾数を計数して 1 時間毎に CPUE を算出する従来の方法では, CPUE



**Fig. 4** Relationship between CPUE・MLR<sup>p</sup> and average load of jigging machines during hauling of the jig line. CPUE (catch per unit effort) is expressed as the number of squid caught per machine-hour. MLR (mantle length ratio) is the ratio of average mantle length of each operation to 24 cm, which is the average mantle length during the main fishing period (August to October) in the offshore area of the Sea of Japan. Data obtained for each of the port and starboard sides in every one-hour period are plotted. Dashed line indicates quadratic regression ( $y = ax^2 + bx + c$ ).  $c$  was set to 4.5 because the average load was 4.5 kg during the period in which squid were not caught.  $a, b$ , and  $p$  were calculated by the least squares method using the solver function in Microsoft Excel. (a) The plot of data without consideration of mantle length ( $p = 0$ ). (b) The best correlation was obtained when  $p = 2.25$ .

は操業開始から徐々に上昇することが多い。しかし, 釣具ライン引き上げ時の平均負荷の 1 秒毎の推移をみると, 負荷は分単位で激しく変動しており (Fig. 5), スルメイカの釣獲は実際には短時間で複雑に変化している。このような短時間の負荷変動から釣獲尾数を推定することができれば, スルメイカの誘集・釣獲のメカニズムを解明するうえで有用な手法になる。前述の外套長を考慮した負荷と CPUE の関係式は 1 時間単位のデータから得たものであり, より短時間の負荷データから CPUE を推定する場合にも, この関係式が有効かどうかを評価しておく必要がある。そこで, 釣機別の釣具ライン引き上げストローク毎の巻上時平均負荷から関係式に基づいて CPUE を推定し, ビデオ画像の計数結果が

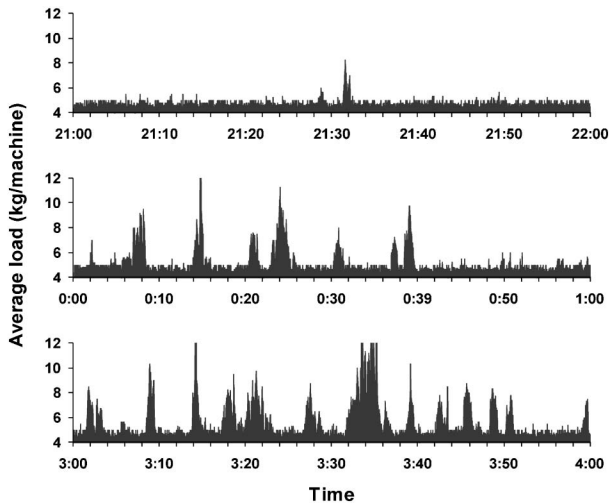


Fig. 5 Changes in average load of all jigging machines during moving up of the jig line from 21:00 on June 19, 2010 to 04:00 of the next day.

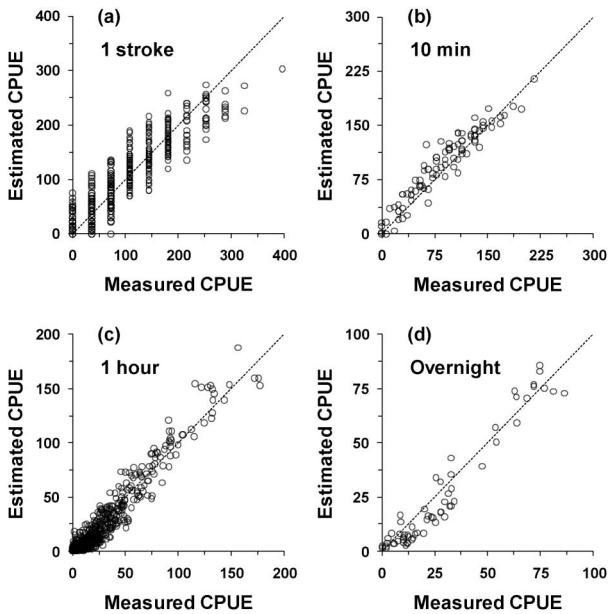


Fig. 6 Comparison of measured CPUE and estimated CPUE from the average load of the jigging machine during hauling of the line. CPUE is expressed as the number of squid caught per machine-hour. Dashed line indicates  $y=x$ . CPUE were calculated from data of every upward stroke of the jig line (a), every 10-minute period (b), every one-hour period (c) and overnight operation (d). Number of squid caught was counted by video images of each selected jigging machine (a, b) and was counted manually for each of the port and starboard sides (c, d).

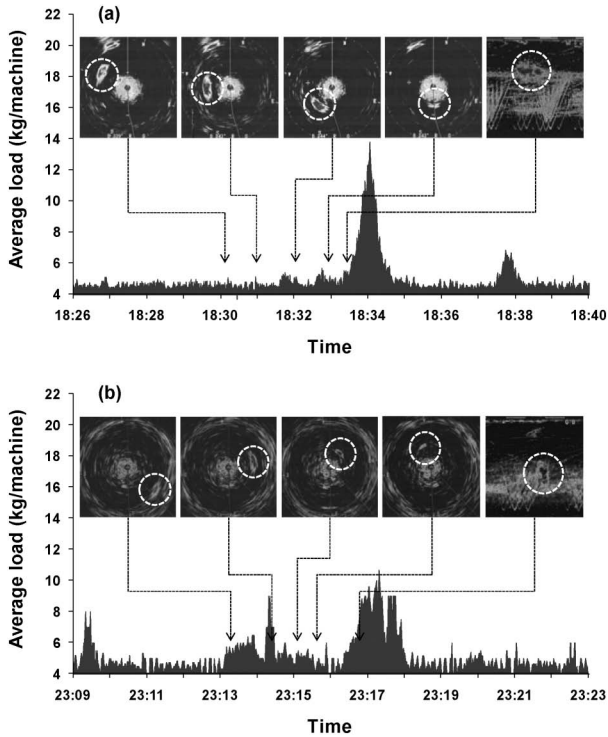
ら求めた同ストローク毎のCPUE（実測値）と比較したところ、実測値に対して推定値は幾分ばらついたものの両者は概ね一致することが分かった（Fig. 6a）。さら

に、釣機別の10分間単位の平均負荷からCPUEを推定し、ビデオ画像の10分間単位の計数結果から求めたCPUEと比較した。その結果、CPUEが低いときには推定値は実測値よりやや高くなるものの全体的には両者はよく一致していた（Fig. 6b）。次に、より長い時間幅で平均した負荷からCPUEを推定した場合についても評価した。念のため前述の関係式を求めた1時間単位のデータを用いて推定値と実測値を比較したところ両者はよく一致していた（Fig. 6c）。さらに、操業開始から終了までの両舷釣機各7台の平均負荷から推定したCPUEと両舷それぞれの総釣獲尾数から求めたCPUEを比較した（Fig. 6d）。その結果、CPUEが低いときに推定値は実測値よりやや低くなるものの全体的には両者はよく一致した。

## 考 察

釣機の負荷データを用いることで釣具ラインの引き上げストローク毎から操業全体まで様々な時間スケールでCPUEを推定できることが明らかになった。従来の調査では両舷それぞれについて1時間単位でしかCPUEを調べられなかったが、負荷記録装置によって釣機別に短時間のCPUEの変動が捉えられるようになり、釣獲データの時間分解能を格段に向上させることができた。この技術によって従来は把握することが難しかった現象について研究が進展する可能性がある。以下では事例を紹介しながら、この可能性について考察する。

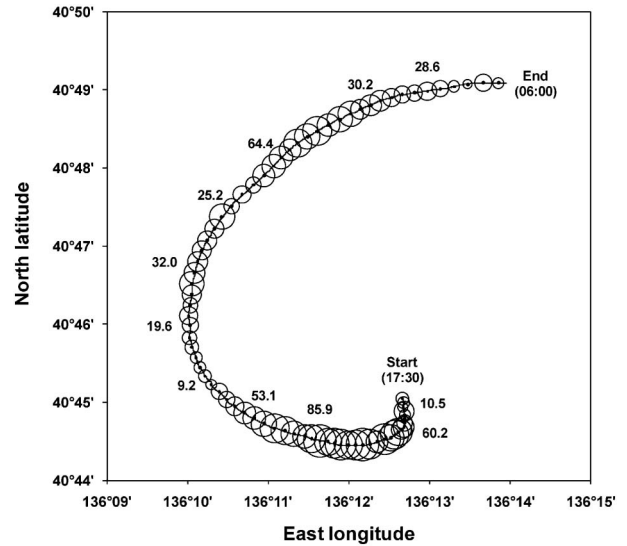
操業中にソナーを稼働させながら釣獲の様子を観察しているとソナーにパッチ状の音響反応が現れ、それが船体に接近した直後にスルメイカが多数釣獲されることがある。手作業で釣獲尾数を計数する従来の方法では、このような突発的な釣獲尾数の増加を捉えることは難しい。しかし、負荷記録装置を用いることで、このような音響反応の動きと釣獲尾数の増加を一連の現象として捉えることができる。その事例はFig. 7に示したとおりである。2010年10月18日の事例では（Fig. 7a）、ソナー画面上の船体左舷前方に出現した音響反応が船尾側に移動して消失し、その直後に魚群探知機に反応が現れ、同時に釣機負荷が急上昇してスルメイカが多数釣獲された。この結果から、ソナー画面に現れた音響反応はスルメイカの群れであり、その群れが左舷側を移動して船尾から船底下に入り釣獲されたと考えられる。さらに、この群れの釣獲尾数を計算することも可能であり、釣機負荷が上昇した18:33～18:35の2分間の巻上時平均負荷からCPUEを推定し、これを2分間の釣獲に換算すると96尾となる。2010年6月19日の事例では（Fig. 7b）、右舷後方に現れた音響反応が船首側に移動して消失し、1分程度経過してから魚群探知機に反応が現れて釣機負荷が上昇した。従って、スルメイカの群が



**Fig. 7** Changes in images of sonar (left four images) and echosounder (right image) and average load of all jigging machines during moving up of the jig line from 18:26 to 18:40 on Oct. 18, 2010 (a) and from 23:09 to 23:23 on June 19, 2010 (b). Range and tilt angle of sonar were set to 150 m and 14 degrees on Oct. 18, 2010 and 100 m and 35 degrees on June 19, 2010, respectively. The echo enclosed with a circle is probably a squid school.

右舷後方から船首方向に移動して船首側から船底下に入り釣獲されたと考えられる。また、23:16~23:18の巻上時平均負荷から計算した2分間の釣獲尾数は127尾であった。以上のような事例を蓄積することで、船底下に入る前のスルメイカの移動経路などの行動特性が明らかになると考えられる。移動経路が分かれば、その場の光環境を評価することができ、スルメイカを効果的に船底下に誘導するための漁灯設計につなげることができる。また、群れ単位の釣獲尾数を調べることで、群れを構成する個体数などスルメイカの漁業生態の理解も深まる。

夜間の漂流操業では船は流されながら付近のスルメイカを誘集・釣獲しており、CPUEの変動を空間的に捉えることはスルメイカの分布特性を理解するうえで重要である。釣機負荷から10分間毎のCPUEを推定して操業中の航跡上にプロットした一例をFig. 8に示した。この事例では、18:45頃まで調査船の移動方向は南向きでCPUEは15尾程度であったが、その後、移動方向が西向きになってCPUEは60尾前後に上昇した。そして、



**Fig. 8** Changes in position of the research vessel and estimated CPUE from the average load of jigging machines for every 10-minute period from 17:30 on Oct. 15, 2010 to 06:00 of the next day. CPUE (numbers in figure) is expressed as the number of squid caught per machine-hour. Circle size is proportional to CPUE.

22:35頃から移動方向が徐々に北向きとなってCPUEは一時的に10尾程度に低下したが、01:15頃から徐々に東向きに移動するようになり、CPUEは再び40尾前後に上昇した。このことから操業中の位置や移動方向によってCPUEは複雑に変化していることが明らかである。イカ釣り漁場では十数隻から数十隻の漁船が数海里の船間距離で漂流操業するが、それら漁船に釣機負荷記録装置を設置し、位置・水温・潮流・水深等も自動記録できるようにしておけば、漁場におけるスルメイカの分布構造を極めて緻密に把握できるようになる。

以上のように負荷記録装置と他の船舶電子機器のデータを組み合わせることで様々な調査研究が可能になる。将来的には漁船を活用した調査も考えられるが、漁船で取得した負荷データからCPUEを推定する場合、漁船毎に釣機の運転条件設定や釣具ラインの仕様が異なるので本研究で調べた負荷とCPUEの関係式をそのまま適用することはできない。また、漁船毎に釣獲尾数を手作業で計数して関係式を求めるとも困難である。このため、本研究で用いたようなビデオカメラの画像から釣獲尾数を自動計数する技術も今後必要になると考える。

## 謝 辞

船上調査全般に御協力頂いた漁業調査指導船白山丸の乗組員、並びに監視カメラの設置とビデオ画像による釣獲尾数の計数作業に御協力頂いた水産総合研究センター水産工学研究所の田丸修博士、並びに高原英生博士に深

く感謝する。本研究の一部は、新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業「イカ釣り漁業におけるLED漁灯の応用による効率的生産技術の開発（課題番号：21059）」により実施した。ここに記して関係各位に感謝の意を表する。

#### 文 献

- 1) 平成16～18年度青色発光ダイオード集魚灯によるイカ釣り漁業革命事業に関する報告書。㈱マリノフォーラム21海域総合開発研究会青色発光ダイオード集魚灯によるイカ釣り漁業革命事業グループ，東京．2005～2007.
- 2) 平成18～22年度省エネルギー技術導入促進事業報告書。㈱海洋水産システム協会，東京．2007～2011.
- 3) 水産業における省エネルギー対策と合理的なエネルギー消費の在り方について。㈱水産総合研究センター水産業エネルギー技術研究会，東京．2009.
- 4) 藤原里美，佐野栄作，臺田 望．船上漁灯と水中漁灯．「漁灯を活かす技術・制度の再構築へ」（稲田博史，有元貴文，長嶋徳雄，飯田浩二編）恒星社厚生閣，東京．2010；72-91.
- 5) 四方崇文，島 敏明，稲田博史，三浦郁男，臺田 望，貞安一廣，渡部俊広．イカ釣り操業時に船上灯光により形成される船底下陰影部のスルメイカの誘集・釣獲過程における役割．日水誌 2011；77: 53-60.
- 6) 四方崇文．日本海沖合におけるスルメイカ資源といか釣り漁業．平成20年度スルメイカ資源評価協議会報告書，日本海区水産研究所，新潟．2009；58-64.