

九州シンクロトロン光研究センター 県有ビームライン利用報告書

課題番号：1605034L

BL番号：BL07

(様式第5号)
実施課題名

蛍光 X 線を用いたケンサキイカ季節群の判別方法の確立
Establishment of the method for the distinction between local variants of Swordtip Squid
Uroteuthis (Photololigo) edulis through the synchrotron X-ray diffraction analysis

著者・共著者 氏名
明田川貴子 堤裕紀
Takako Aketagawa Yuki Tsutsumi

著者・共著者 所属
佐賀県玄海水産振興センター
Saga Prefectural Genkai Fisheries Research and Development Center

- ※1 先端創生利用（長期タイプ、長期トライアルユース、長期産学連携ユース）課題は、実施課題名の末尾に期を表す（Ⅰ）、（Ⅱ）、（Ⅲ）を追記してください。
- ※2 利用情報の公開が必要な課題は、本利用報告書とは別に利用年度終了後2年以内に研究成果公開〔論文（査読付）の発表又は研究センターの研究成果公報で公表〕が必要です。（トライアルユース、及び産学連携ユースを除く）

1. 概要（注：結論を含めて下さい）

2016年5月31日に壱岐水道で漁獲されたケンサキイカから軟甲を採取して、ビームライン BL07 において蛍光 X 線分析を実施し、軟甲の成長方向における Zn/Comp と Sr/Comp、Br/Comp の分布を調べた。その変化は夏に壱岐水道で漁獲された個体の測定結果と同様であった。このことから Zn と Sr の含有量の変化は海洋環境とは無関係である可能性が推察された。

(English)

The fluorescent X-ray analysis using by BL07 showed the ontogenetic variation of Zn/Compton ratios, Sr/Comp ratios and Br/Comp ratios in the pen of one *Uroteuthis edulis* caught in Iki Channel on May 31, 2016. The variations of these ratios are found to be almost the same as those in the pens of samples caught in Iki channel in Summer. Thus, we suggest that environmental differences have no relation with the changes of Zn/Comp and Sr/Comp ratios.

2. 背景と目的

いか釣り漁業は本県玄海沿岸漁業者の約4分の1が従事する重要な漁業であり、特にケンサキイカは単価が高く、漁業者の重要な収入源になっている。また、唐津市呼子には、ケンサキイカの活き造りを目当てに多くの観光客が県内外から訪れるなど、重要な観光資源にもなっている。

水産庁の調査によると、近年ケンサキイカの資源水準は低位で減少傾向にあるとされており（依田ら,2015）、資源の適正管理や増殖が望まれている。一方、ケンサキイカは飼育管理が極端に難しいため、基礎的な研究が進まず、その生態は未だに不明な部分が多い。

近年、イカ類の平衡石には日齢が輪紋として記録される他に、微量元素の蓄積という形で生息域の水温情報等の貴重な環境情報が読み取れることが報告されている。玄海水産振興センターでは平成21年度から3年間、九州シンクロトロン光研究センターにおいて、「シンクロトロン光を利用したケンサキイカの生態解明に関する研究」を行った結果、平衡石のストロンチウム濃度が9月までは減少

し、9月以降は比較的高い値で一定していることを見つけた。9月はケンサキイカの季節群が交替する時期であることから、この不連続が季節群交替の指標になる可能性が示唆された。

ケンサキイカの季節群はこれまでの漁獲データや精密測定等から、春の産卵群と夏の成熟群、秋の未成熟群の3つに大別される。本課題では、九州北西岸や山陰沿岸で漁獲されるケンサキイカの群を判別するために、佐賀県沿岸だけでなく、神奈川県や台湾北部で漁獲されるケンサキイカの平衡石をシンクロトロン光で測定し、ストロンチウム濃度の時間・空間的な変化を追跡したところ、季節群毎にストロンチウム濃度の差異が確認された。

また、外套内の軟甲は日々成長するため、成長紋が形成される。シンクロトロン光を用いて成分を調べ、平衡石と同じように成分構成比が変化しているかどうかを調べる。変化が見られるようであれば、移動経路の推定に利用できる可能性がある。平成26年度までの研究結果では、軟甲の中心軸における胴部先端から頭部先端の亜鉛含有量は、ほぼ一定から増加して、比較的高い値で推移した後、減少していた。中心軸は頭部方向の先端に付け加わるように成長するので、中心軸の亜鉛含有量の変化は成長履歴と考えられた。平成27年度の研究結果では、軟甲中の亜鉛とストロンチウム含有量の変化は海洋環境とは無関係である可能性が高かったが、他の元素については変化の傾向が把握できなかった。元素濃度の変化について要因を特定するには、様々な成長段階の個体や異なる海域に生息する個体を用いてさらに調べる必要がある。

3. 実験内容 (試料、実験方法、解析方法の説明)

試料として、2016年5月31日に沿岸いか釣り船によって漁獲されたケンサキイカ1個体の軟甲をもちいた(表1)。軟甲は外套から摘出した後、水洗いして、プレスしながら乾燥し保存した。ビームライン BL07 において、図1に示す軟甲の位置 (x, y) { x は1以上、31以下の自然数、 y は、 $1 \leq x \leq 17$ のとき、 $-0.2, -0.1, 0, +0.1, +0.2$ 、 $17 < x$ のとき、 $-0.6, -0.4, -0.2, 0, +0.2, +0.4, +0.6$ } (単位は cm) を蛍光 X 線分析した。ここで、胴部の軟甲先端は $(0, 0)$ で、頭部の先端は $(31.2, 0)$ 、であった。シンクロトロン光の励起エネルギーは 20keV、ビームの大きさは $1\text{mm} \times 1\text{mm}$ 、検出器とサンプルの距離は 20mm、検出器とシンクロトロン光との角度は 90 度に設定し、測定時間は 300 秒とした(図2)。

測定後、試料の Zn、Sr と Br の積算値をそれぞれコンプトン散乱値で除して規格化した。

表1 使用したケンサキイカ

外套背長 (cm)	重量 (g)	雌雄	成熟の有無	軟甲長 (cm)
32.0	381.7	雄	有	31.2

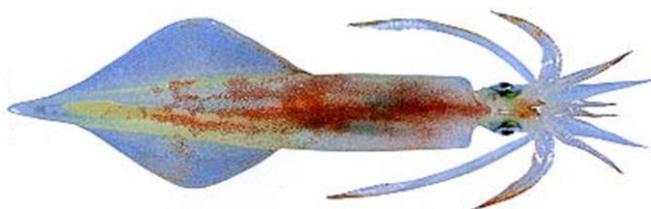


図1 ケンサキイカ (上) と軟甲 (測定位置)

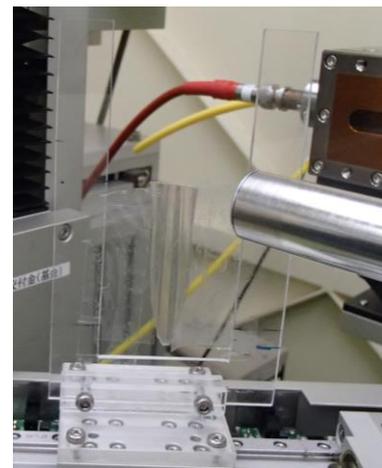


図2 測定のレイアウト

4. 実験結果と考察

横軸に試料とした軟甲の測定位置 x ($1 \leq x \leq 31$ の自然数) を、縦軸に測定位置 $(x, -0.1)$ と $(x, 0.0)$ と $(x, +0.1)$ における3測定値の平均 (標準偏差) をとり、軟甲における Zn/Comp と Br/Comp、

Sr/Comp の分布を図 3 に示した。なお、横軸の正の方向はケンサキイカが成長する方向なので、それぞれの値はケンサキイカの軟甲が x cm であったときに形成された部分の成分であると考えられる。

Zn/Comp は 2~5cm にかけて減少したが、8cm からゆるやかに増加し、19cm のときピークが見られた。その後 29cm まで徐々に減少した。Br/Comp はほぼ一定の値で推移したが、漁獲前の 29cm のとき低い値を示した。Sr/Comp は、成長に伴い増加し、漁獲前の 27cm、29cm で減少した。

この試料は、ケンサキイカの季節来遊群の中の春群と呼ばれる群に含まれると考えられる。Yamaguchi ら (2015) は、春群は、前年の秋頃に東シナ海南部でふ化した後、東シナ海を北上し、黄海冷水隗付近を通過し、壱岐水道に至ると推察している。Zn/Comp(1cm 時の高値を除いた)、Br/Comp と Sr/Comp の変化は、壱岐水道で漁獲された夏群と同じ傾向がみられた。夏群は黄海冷水隗を通過しないとされているため、Zn/Comp、Br/Comp および Sr/Comp は水温による影響を受けていないと考えられる。

一方でベトナムで漁獲されたケンサキイカとは Zn/Comp と Sr/Comp の変化の傾向は似ているものの、Br/Comp については異なる傾向がみられた。このことより、Zn/Comp と Sr/Comp の変化は生物としての生理的要因による可能性が高いが、Br/Comp の変化については、生息する海洋環境の影響を受けていることも考えられるため、測定標本を増やす必要がある。

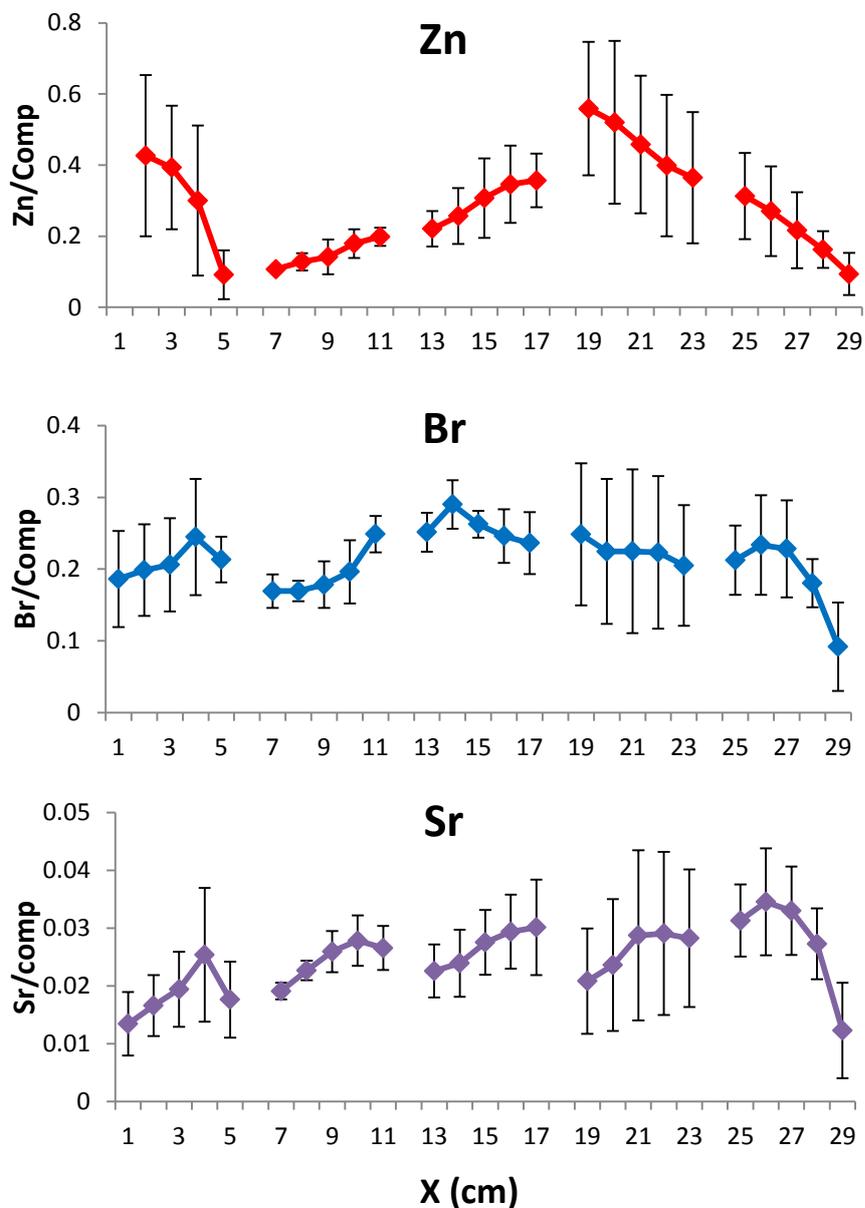


図 3 軟甲内の Zn/Comp と Br/Comp、Sr/Comp の分布

5. 今後の課題

異なる海域で成長したケンサキイカの軟甲について、成長過程ごとに元素の分布を比較し、Br の変化傾向を把握する。また、生体内の Zn や Br の役割を調べる。

6. 参考文献

Yamaguchi T, Kawakami Y, Matsuyama M (2015) Migratory routes of the swordtip squid *Uroteuthis edulis* inferred from statolith analysis. *Aquat. Biol.*,24,53–60

依田真里、福若雅章 (2015) 平成 26 (2014) 年度ケンサキイカ日本海・東シナ海系群の資源評価
平成 26 年度我が国周辺水域の漁業資源評価, 第 3 分冊, 1788-1802

7. 論文発表・特許 (注: 本課題に関連するこれまでの代表的な成果)

Yamaguchi T, Kawakami Y, Matsuyama M (2015) Migratory routes of the swordtip squid *Uroteuthis edulis* inferred from statolith analysis. *Aquat. Biol.*,24,53–60

8. キーワード (注: 試料及び実験方法を特定する用語を 2~3)

ケンサキイカ、軟甲、蛍光 X 線分析

9. 研究成果公開について (注: ※2 に記載した研究成果の公開について①と②のうち該当しない方を消してください。また、論文 (査読付) 発表と研究センターへの報告、または研究成果公報への原稿提出時期を記入してください (2016 年度実施課題は 2018 年度末が期限となります。))

長期タイプ課題は、ご利用の最終期の利用報告書にご記入ください。

② 研究成果公報の原稿提出

(提出時期: 2018 年 3 月)