

(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
山口忠則 明田川貴子
Tadanori Yamaguchi Takako Aketagawa

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）

2015年9月4日に壱岐水道で漁獲されたケンサキイカ2個から軟甲を採取して、ビームライン B07 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 Br/Comp、Sr/Comp の分布を調べた。Zn/Comp はどちらの試料でも、軟甲（外套背長）が約 10cm のときにピークを示した。また、Sr/Comp は成長にしたがって増加し、軟甲が 14cm または 16cm のときにピークを示した後、大きく減少した。これらの変化が、生物としての生理的な要因によるものなのか、生息環境によるものなのかを確かめる必要がある。

(English)

The fluorescent X-ray analysis using by BL07 showed the ontogenetic variation of Zn/Compton ratios, Br/Comp ratios and Sr/Comp ratios in the pen of two *Uroteuthis edulis* caught in Iki Channel on September 4, 2015. The peak of the ontogenetic variation of Zn/Compton ratios in the two of them was found at around 10 cm in mantle length. The ontogenetic variation of Sr/Compton ratios increased gradually and dropped after the peak at 14 and 16 cm in ML, respectively. It is required to make sure which made these variations, something physiological or something environmental.

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、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刻まれてい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、九州シンクロトン光研究センターにおいて、「シンクロト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Zn/Compton値は、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Zn/Compton値の変化は成長履歴と考えられる。今後は、Zn/Compton値の変化をさらに詳細に分析して、この変化がどのような原因によるものかを調べる必要がある。

3. 実験内容（試料、実験方法、解析方法の説明）

試料として、2015年9月4日に壱岐水道でイカ釣りによって漁獲されたケンサキイカ2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3以上の自然数、yは-0.1, 0.0, +0.1}（単位はcm）を蛍光X線分析した。シンクロトン光の励起エネルギーは20keV、ビームの大きさは1mm×1mm、検出器とサンプルの距離は20mm、検出器とシンクロトン光との角度は90度に設定し、測定時間は300秒とした（図2）。

測定後、試料AとB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)
A	16.2	122.2	雌	有	16.2
B	18.3	164.3	雌	有	18.7

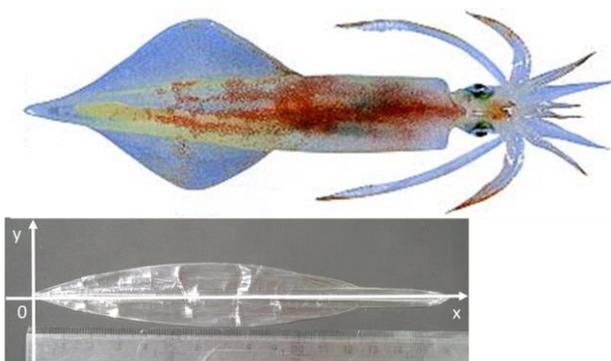


図1 ケンサキイカ（上）と軟甲（測定位置）

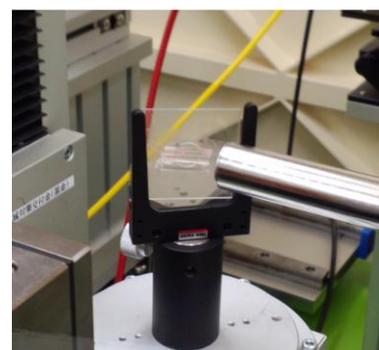


図2 測定のレイアウト

4. 実験結果と考察

X軸に試料とした軟甲の測定位置x（試料Aでは $3 \leq x \leq 15$ の自然数、Bでは $3 \leq x \leq 18$ の自然数）を、Y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、X軸の正の方向は、ケンサキイカが成長する方向であり、（X, Y）が示す値は当該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を示すと考えられる。

Zn/Comp は試料 A、B ともに、軟甲 $x=10\text{cm}$ 付近にピークがみられた。軟甲長がほぼ外套背長にあたること、外套背長と平衡石の輪紋数との関係(夏莉 2002)、そして輪紋が日輪であること(Natsukari ら 1988) から、このピークはこれらのイカが外套背長約 10cm 、ふ化後約 7 ヶ月のときに形成されたと考えられる。この試料はケンサキイカの季節来遊群のなかの夏群と呼ばれる群に含まれ、Yamaguchi ら (2015) は、夏群は冬頃に東シナ海南部でふ化した後、安定した暖かい海流によって東シナ海を北上し、対馬水道に至ると考えている。これが事実ならば、Zn/Comp の変化は少なくとも海水温の変化とは関係がないようである。また、ケンサキイカは、外套背長 $7\sim 8\text{cm}$ (ふ化後約 5 ヶ月) になると成熟が可能になるといわれている(依田ら 2015)。

試料 B では $X=9\sim 14$ 付近に Zn/Comp と Br/Comp の減少がみられた。これは試料 A にはみられない現象だった。試料 B の表面に付着物や損傷等はなかったことから、生物由来の要因であると考えられるが、原因は不明である。

Sr/Comp は試料 A と B のどちらでも成長するにしたがって増加し、漁獲前に減少していた。また、試料 A の $X=3$ で極めて高い値が測定された原因は分からない。

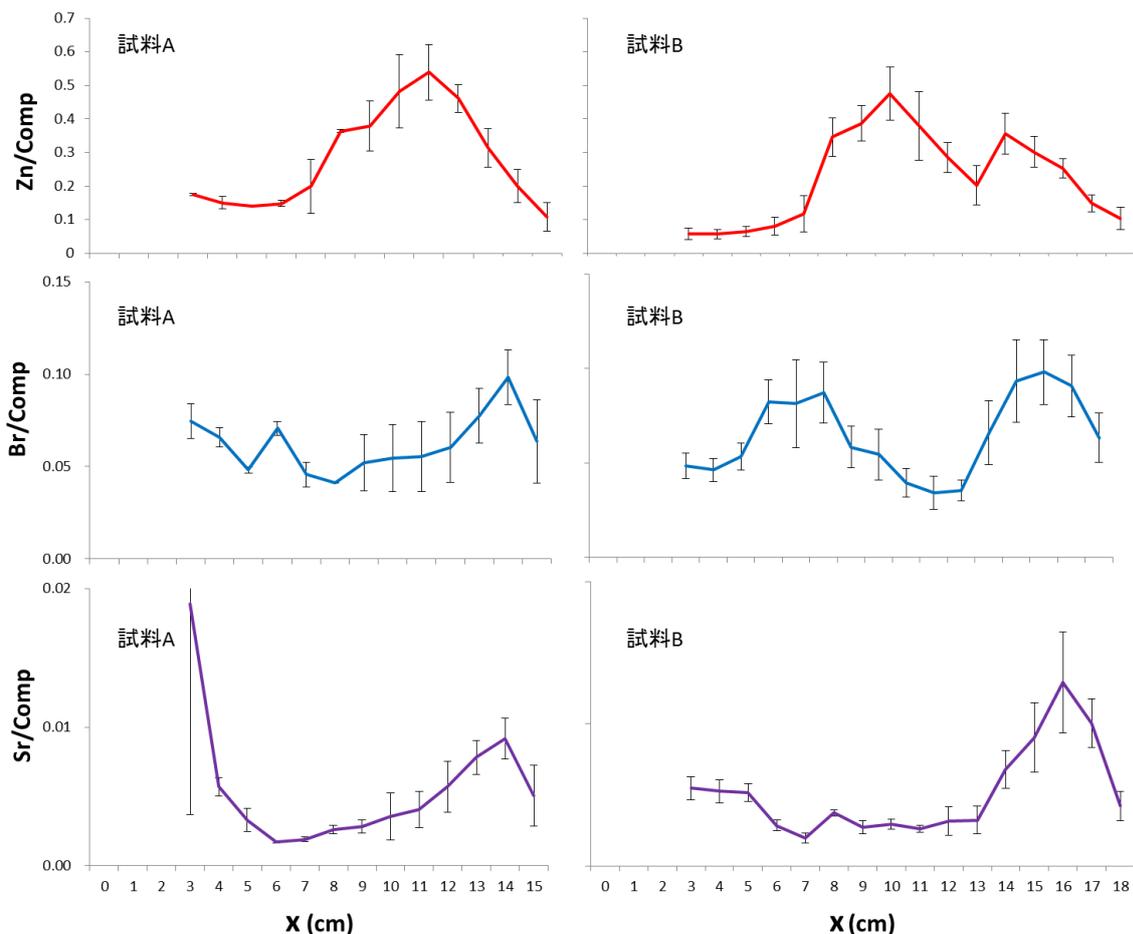


図 3 試料 A と B における Zn/Comp と Br/Comp、Sr/Comp の分布

5. 今後の課題

Zn/Comp は試料 A と B ともに、軟甲長約 10cm でピークを示したが、Sr/Comp はそれぞれのピークに約 2cm のずれがあり、そのピークの後どちらも急に減少していた。よって、Zn/Comp の変化は生物としての生理的な要因によるものであり、Sr/Comp は環境的な要因によるものである可能性が考えられる。これらの変化の要因を特定するためには、異なる環境の海域を移動してきたと考えられるケンサキイカの軟甲を調べる必要がある。

6. 参考文献

夏莉豊 (2002) 東シナ海産ケンサキイカの齢査定と成長. 平成 13 年度国際資源調査等推進対策事業

Natsukari M, Nakanose T, Oda K (1988) Age and growth of loliginid squid *Photololigo edulis* (Hoyle, 1885). J.Exp. Mar. Biol. Ecol., 116,177-190

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(2015年度実施課題は2017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。

① 論文(査読付)発表の報告	(報告時期:	年	月)
② 研究成果公報の原稿提出	(提出時期:	年	月)