

(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

English

Establishment of the method for the distinction between local variants
of Swordtip Squid *Uroteuthis edulis* through the synchrotron X-ray
diffraction analysis

著者・共著者 氏名

山口忠則

English TADANORI YAMAGUCHI

著者・共著者 所属佐賀県玄海水産振興センター

English 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)課題は、実施課題名の末尾に期を表す(I)、(II)、(III)を追記して下さい。
- ※2 利用情報の開示が必要な課題は、本利用報告書とは別に利用年度終了後二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。(トライアルユースを除く)

1. 概要 (注：結論を含めて下さい)

ケンサキイカの平衡石は前面が凹みのある複雑な形状をしているのに対し、後面は丸みを帯びた単純な形状をしている。後面をテープに固定してシンクロトロン光を照射した場合は、前面を固定した場合に比べ、測定した Sr/Ca の変動係数が大きかった。丸みのある後面を平らなテープ面に固定する場合、シンクロトロン光に対する被照射面の相対角度が変化しやすいためであると考えられる。さらに、被照射面となる前面が複雑な形状をしていることが、蛍光 X 線の散乱を増加させた可能性もある。よって、平衡石は前面をテープに固定するべきである。

(English)

A statolith of the Swordtip Squid *Uroteuthis (Photololigo) edulis* has a complicated shape with a dimple on the anterior side and a simple rounded shape in the posterior side. Margins of errors of strontium to calcium ratios were found larger when the synchrotron light was irradiated to the anterior side of the statolith with the posterior side on the tape than the reverse situation. The reason is probably that the relative angle of irradiated side to the light was likely to get unstable when the posterior side of statolith was attached to the tape. Moreover, the complicated shape of the anterior side possibly made the scattering of the X-ray fluorescence increase. Therefore, statoliths should be fixed to the tape on the anterior side.

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、ケンサキイカの生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。

ケンサキイカは冬期を除きほぼ周年いか釣りによって漁獲されているが、近年、季節群で異なった漁獲量の変化が生じており、たとえば、春の産卵群は大きく減少し、夏の成熟群も減少している。特に、春の産卵群は地元で「スイリ」と呼ばれる大型のケンサキイカで、高値で取引されるため、この群の減少は燃油高騰とあわせて漁家経営を圧迫する大きな要因となっている。一方、「ブドウイカ」と呼ばれる秋の未成熟群は、漁獲量は比較的安定しているものの、産卵時期や場所、生活史が明らかでないため、今後の資源動向はまったく不明である。

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。そこで、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。

本事業によってケンサキイカ季節群の判別方法を確立できれば、各漁場で漁獲される月別・大きさ別のケンサキイカがどの季節群に属するかを特定し、市場別・月別・大きさ別の水揚げデータを用い、群毎の漁獲量を把握することができる。そして、季節群毎に資源動向を評価し、効果的な資源管理を進め、持続可能なケンサキイカ漁業を実現し、漁家経営の安定、水産業の振興に結びつけることができる。また、同様の手法を他の水産物に応用することにより、その生物の生態や生理を解明することができるだろう。

3. 実験内容（試料、実験方法、解析方法の説明）

BL07での測定には、平成24年に玄海海域で漁獲されたケンサキイカから摘出した平衡石5個を使用した（表1）。測定方法は、前回のBL11での方法を基本に、若干の変更をおこなった。変更したのは、平衡石をフレームに貼り付けたカプトンテープの「縁に」ではなく「中央に」固定したことと、ビーム径を縦横「1mm×2mm」から「2mm×2mm」に変更してサンプルが確実にビームの中に入るようにしたことであった。それ以外、つまり以下の条件は前回と同じであった。シンクロトロン光の励起エネルギーは20keV、検出器とサンプルの距離は10mm、検出器とシンクロトロン光との角度は90度に設定した。測定は、サンプルを交換する毎にビームの中に完浴していることを確認し、シンクロトロン光を60秒間照射した。

各サンプルのSrK α のピーク面積積算をCaK α のピーク面積積算を除いた値をSr/Caとし、各値を比較した。

表1 使用した平衡石

サンプル名	漁獲日	外套背長(mm)	重量(g)	雌雄	生殖腺重量(g)	成熟
H240517-2-6	平成24年5月17日	228	265	♀	22.0	有
H240905-2-1	平成24年9月5日	338	359	♂	4.0	有
H241120-2-1	平成24年11月20日	282	411	♂	3.4	無
H241120-2-3	平成24年11月20日	270	456	♀	2.8	無
H241120-2-4	平成24年11月20日	265	434	♀	1.6	無

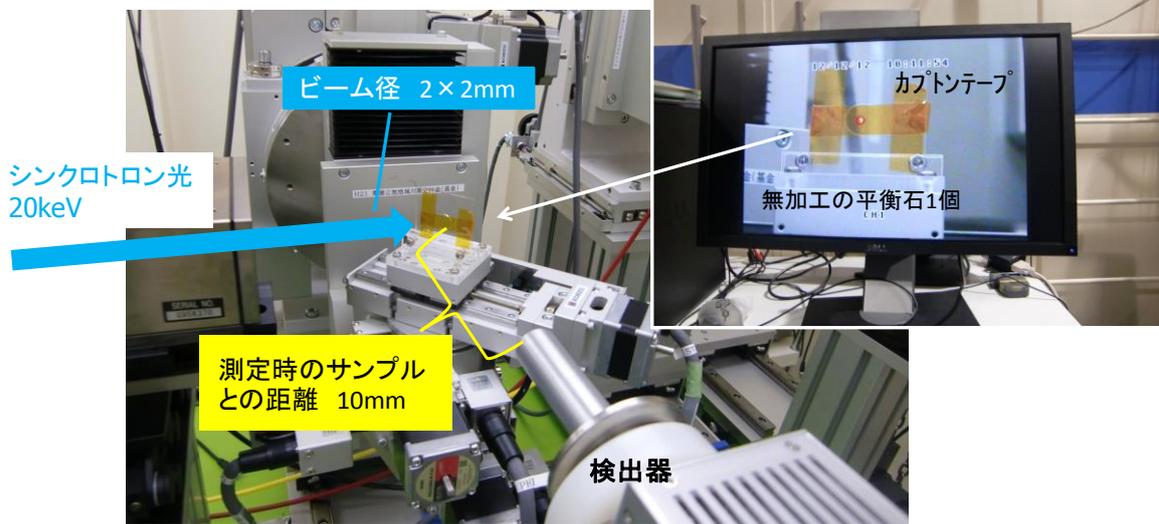


図1 BL07での測定方法(右上はモニター映像)

1) 平衡石の被照射面と測定誤差との関係

平衡石は写真1のとおり前面と後面では形状が異なる。各面にシンクロtron光を照射して、サンプル毎に各平均値と標準偏差、変動係数(=平均値/標準偏差)を求め、どちらの面に照射したら測定誤差が少ないかを検討した。

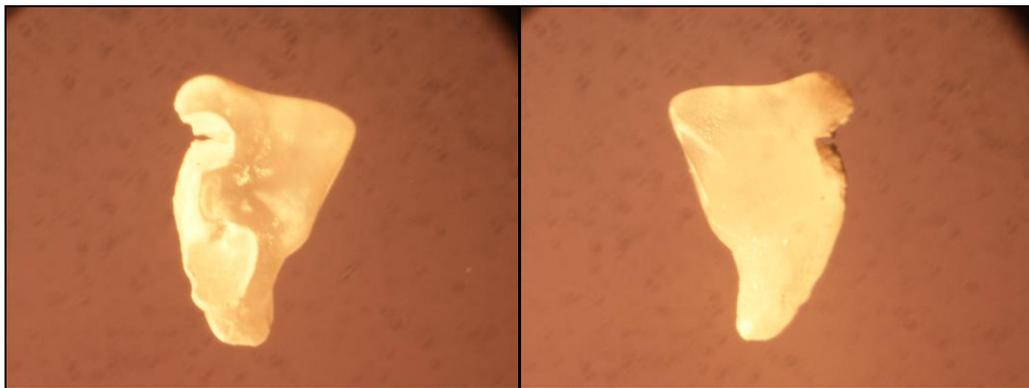


写真1 平衡石の形状(左:前面、右:後面)

2) 測定操作と測定誤差との関係

測定値に誤差が生じる原因は、テープに固定された平衡石のシンクロtron光に対する形状、サンプルとビームとの相対位置、そして検出器の精度が考えられる。そこで、測定毎に平衡石をテープから外して再固定する場合(A)、測定毎にフレームを取り外し再設置する場合(B)、そして何も操作をせずに連続測定する場合(C)に分けて、各サンプルの平均値と標準偏差、変動係数を求め、今後測定誤差を改善するためのポイントを探した。

4. 実験結果と考察

1) 平衡石の被照射面と測定誤差との関係

3 サンプルのいずれの場合も、平衡石の前面にシンクロtron光を照射したときのほうが Sr/Ca の

変動係数が大きかった(表 2)。これは、平衡石の後面が丸みをおびている一方、前面が複雑な形状をしていることに関係していると考えられる。平らなテープに平衡石の丸い後面を固定すると、左右上下に傾く可能性が大きい。しかも、シンクロトロン光があたる前面には複雑な形状の凹みあるため、蛍光 X 線の散乱を増加させるのかもしれない。逆に、平衡石の前面をテープに付着させると、凹みによって安定して固定することができる。

図 1 の方法で測定する場合は、平衡石の後面にシンクロトロン光が照射されるように設置すべきである。

表 2 平衡石の照射面別 Sr/Ca 結果

サンプル名	照射面	測定回数	平均値	標準偏差	変動係数
H240517-2-6	前面	2	1.46	0.0440	0.0301
	後面	3	1.34	0.0143	0.0107
H240905-2-1	前面	2	1.40	0.1163	0.0830
	後面	3	1.35	0.0105	0.0078
H241120-2-1	前面	2	1.29	0.0297	0.0229
	後面	3	1.27	0.0086	0.0068

2)測定操作と測定誤差との関係

変動係数は、A の操作によって著しく増加することが明らかになった (表 3)。つまり、測定誤差の多くは、サンプルの交換時に発生していた。シンクロトロン光に対する平衡石の表面形状の相対的変化が Sr/Ca の誤差を生んでいるようだ。実験 2 では、実験 1 の結果をふまえて、平衡石は全て前面でテープに固定し、シンクロトロン光は後面に照射したので、図 1 の方法でこれ以上測定誤差を減らすことは原理的に極めて難しい。

表 3 測定操作別の Sr/Ca 結果

操作	サンプル名	測定回数	平均値	標準偏差	変動係数
A+B+C	H240517-2-6	3	1.34	0.0143	0.0107
	H240905-2-1	3	1.35	0.0105	0.0078
	H241120-2-1	3	1.29	0.0162	0.0126
B+C	H241120-2-3	3	1.33	0.0056	0.0042
	H241120-2-4	3	1.33	0.0011	0.0008
C	H241120-2-1	6	1.26	0.0025	0.0020

A: 平衡石の交換、B: フレームの再設置、C: 測定

5. 今後の課題

次回は、BL07 において図 1 の測定方法で、平衡石の前面を固定して測定をおこない、季節群によって Sr/Ca 値に差異があるかどうかを調べる。しかし、その差異が測定誤差の範囲にある場合は、サンプルの設置方法を抜本的に見直す必要がある。

6. 参考文献

Ikeda Y, Arai N, Kidokoro H, Sakamoto W (2003) Strontium: calcium ratios in statoliths of Japanese common squid *Todarodes pacificus* (Cephalopoda: Ommastrephidae) as indicators of migratory behavior. Mar Biol 251: 169-179

Zumholz K, H.Hansteen T, Piatkowski U, L.Croot P (2007) Influence of temperature and salinity on the trace element incorporation into statoliths of the common cuttlefish (*Sepia officinalis*) Mar Bio 151: 1321-1330

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)

なし

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)

・平衡石

イカの平衡感覚をつかさどる炭酸カルシウムの結晶からなる組織。頭部内の平衡胞1対にそれぞれ1個含まれる。特定の周期で樹木の年輪と同じ様な環状の様子が形成される。

・ストロンチウム

原子番号38の元素で、アルカリ土類金属の一つ。人間には必須の元素であり、骨を形成する。

・カルシウム

原子番号20の元素で、アルカリ土類金属の一つ。人間には必須の元素であり、ヒトを含む動物や植物の代表的なミネラルである

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下さい。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下さい(2012年度実施課題は2014年度末が期限となります。))

- | | | | |
|----------------|--------|---|----|
| 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) |