



# 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：1012120L

(様式第4号)

**実施課題名** 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

**English** Research of the habitat of Swordtip Squid *Photololigo edulis*  
through the synchrotron X-ray diffraction analysis

**著者氏名** 山口忠則

**English** YAMAGUCHI TADANORI

**著者所属** 佐賀県玄海水産振興センター

**English** Saga Prepectural Genkai Fisheries Research and Development Center

※長期利用課題は、実施課題名の末尾に期を表す（Ⅰ）、（Ⅱ）、（Ⅲ）を追記すること。

## 1. 概要

平成22年5月14日と8月5日に水揚げされたケンサキイカから平衡石を採取し、BL11において45度の角度から600秒間シンクロトロン光を照射した。各3個体の平衡石に照射して得られたSr値をそれぞれのコンプトン散乱値で規格化して比較したところ、5月に漁獲された外套背長が大きい個体のSr値が高かった。

### (English)

600-sec synchrotron of BL11 was applied to each Statolith from Swordtip Squid *Photololigo edulis*, which had been landed on May 14 and August 5 in 2010, at 45 degrees. The value of Strontium of each statolith was standardized by that of its own Compton scattering and all were compared with each other. As a result, the standardized values of statoliths from all three squids of May 14, whose mantles were longer than those of August 8, were higher than those of all three others.

## 2. 背景と研究目的：

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、漁獲されたイカは唐津市呼子等において重要な観光資源ともなっている。なかでもケンサキイカは需要が多く、漁獲される量も多い。

水産庁の資源評価調査では、近年の資源水準は低く、減少傾向にあるとされており、資源の適正管理と増殖が望まれている。しかし、ケンサキイカは室内飼育が極端に難しいこともあり、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。近年の研究報告によると、イカ類の平衡胞内に形成される炭酸カルシウムを主成分とした平衡石に日令が輪紋で記録される他に、微量元素の蓄積比率という形で生息域の水溫情報等貴重な環境情報が刻まれていることが明らかになっている。このことから、この平衡石に含まれる微量元素の分析によって、ケンサキイカの生息域や回遊履歴等の情報が得られる可能性が大きくなっている。

本事業では、試料の処理、X線照射等の試験方法についての検討から始め、次に、様々なサイズや成育

履歴の天然個体から平衡石を取り出してデータを得るとともに、室内において異なる条件下で飼育したケンサキカの平衡石に蓄積される情報を読みとり、天然個体から得られるデータとの比較解析を行う。

平成 21 年度の試験結果から、検出される蛍光X線の値は、サンプル表面の状態と厚みによって誤差が生じることが明らかになった。照射したシンクロtron光ビームは 1mm×5mm のスリットを使用しているため、現状では輪紋ごとの成分を分析することはできず、平衡石全体の構成成分の検出ができるだけである。また、ケンサキカ平衡石から検出された微量元素のほとんどはカルシウムとストロンチウムであった。

### 3. 実験内容（試料、実験方法の説明）

平成22年5月14日および8月5日に玄海漁連魚市場に水揚げされたケンサキカから平衡石を採取し、照射試験に用いた（表1）。まず、良好な測定方法を確立するため、全反射モードによる分析方法と45度の角度で照射して分析する方法（以下、従来法）の2通りで試験的に蛍光X線を測定し、Srのカウント数が多く、コンプトン散乱の値が小さくなるような条件を設定した。全反射モードでは未加工の平衡石をシリコンウエハの上に置き、試料の水平方向からシンクロtron光を照射した。ビームは、散乱を減らすために横幅と縦幅を調整し、検出器は試料の上方に設置した。また、従来法では、平衡石をカプトン膜の縁に1/3程度接着させて行った。

照射試験ではシンクロtron光は 20keV、検出器とサンプルの距離は 10mm に設定し、各平衡石に対して 600 秒間照射し、Sr のピーク面積値をコンプトン散乱の面積値で規格化して比較・検討した。

表1 平衡石を採取したケンサキカ

水揚げ日	外套背長(mm)	重量(g)	性別	熟度
H22.5.14	315	362.7	オス	あり
H22.5.14	228	254.2	メス	あり
H22.5.14	266	217.9	オス	あり
H22.8.5	221	198.1	オス	あり
H22.8.5	206	215.6	メス	あり
H22.8.5	227	229.6	オス	なし

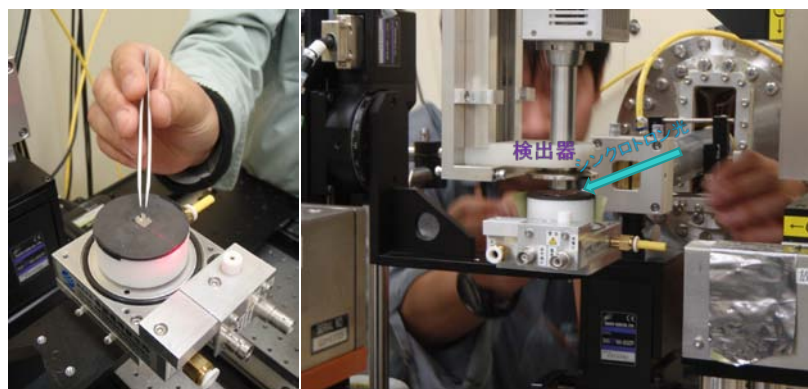


図1 全反射モードによる蛍光X線分析

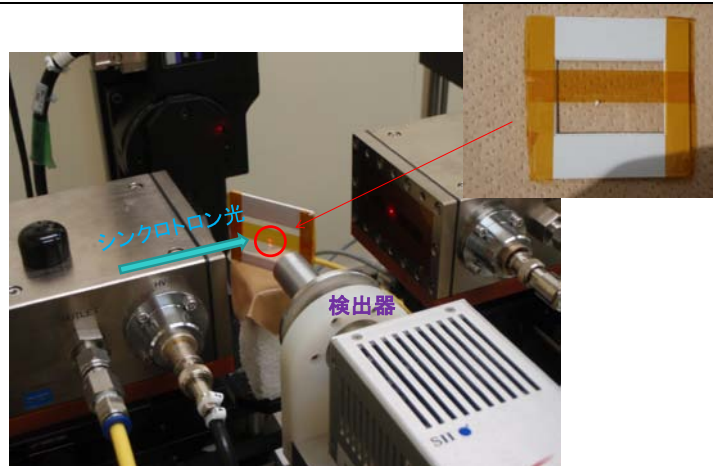


図2 45度の角度で照射した分析

#### 4. 実験結果と考察

全反射モードによる分析ではコンプトン散乱面積が175.8、デッドタイムが15~20%であった一方、従来法ではコンプトン散乱面積は31.0、デッドタイムは2~3%となり、散乱も少なく、デッドタイムも小さかったため、従来法を採用した。

従来法を用いて、平成22年5月14日および8月5日に採取したケンサキイカの平衡石各3個を調べたところ、5月に採取した平衡石のSr値が8月の平衡石よりも高い傾向を示した。しかし、測定数が少ないことから統計的な分析はできなかった。

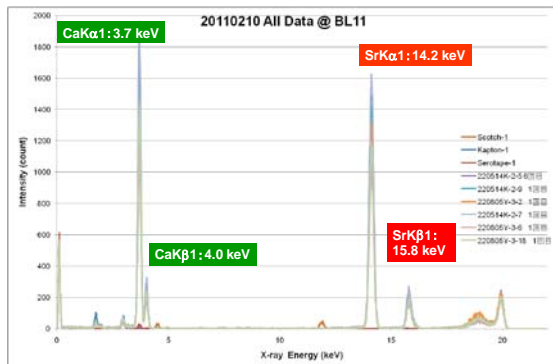


図3 従来法による蛍光X線スペクトル

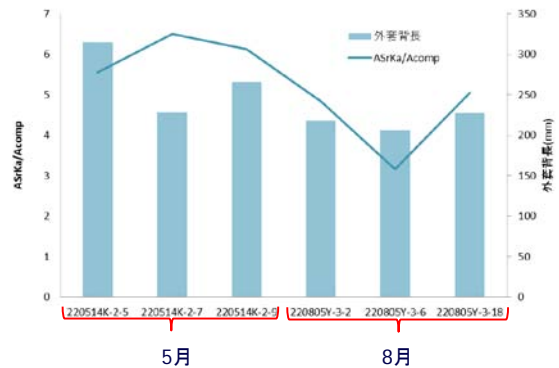


図4 規格化したSrと外套背長の関係

#### 5. 今後の課題：

平成21年6月23、24日にBL11で、未処理の平衡石を1サンプル毎にビニール袋に入れ、シンクロトロン光を45度の角度で10分間照射して得られたデータを分析したところ、Sr/Ca値に有意な差はみられなかった。今回の結果を受けて、Sr値をコンプトン散乱で規格化したところ、ブドウイカ型とケンサキイカ型の平均値に1%水準で有意な差がみられた。これは今回の試験結果と同様に、春に漁獲された大型のケンサキイカ型のSr値が相対的に大きいという傾向だった。ただし、この要因が外套長（日齢）の違いによるものなのか、季節（環境）の違いによるものなのかは今後の課題である。

	ブドウイカ型 H201216	ケンサキイカ型 H210428
水揚げ日	7.7±0.9cm	15.1±1.9cm
外套背長		
Sr/Compton		
1	3.38	3.93
2	0.53	4.37
3	2.76	6.83
4	1.70	6.30
5	1.84	5.13
6	1.79	3.28
7	1.39	4.23
8	2.76	3.26
9	1.39	4.81
10	4.50	5.37
11	2.13	2.33
12	1.54	5.23
13	3.30	5.57
14	3.18	4.31
15	3.32	5.12
16	1.47	4.90
17	2.78	0.42
18	4.56	6.72
19	3.43	6.07
20	4.56	4.95

上の2集団の平均値は1%水準で有意差あり

t-検定: 等分散を仮定した2標本による検定

	変数 1	変数 2
平均	2.615400066	4.657136201
分散	1.36397772	2.319935474
観測数	20	20
プールされた分散	1.841956597	
仮説平均との差異	0	
自由度	38	
t	-4.757293204	
P(T<=t) 片側	1.41264E-05	
t 境界値 片側	1.68595446	
P(T<=t) 両側	2.82527E-05	
t 境界値 両側	2.024394164	

t-検定: 分散が等しくないと仮定した2標本による検定

	変数 1	変数 2
平均	2.615400066	4.657136201
分散	1.36397772	2.319935474
観測数	20	20
仮説平均との差異	0	
自由度	36	
t	-4.757293204	
P(T<=t) 片側	1.57339E-05	
t 境界値 片側	1.688297714	
P(T<=t) 両側	3.14677E-05	
t 境界値 両側	2.028094001	

図5 ブドウイカ型とケンサキイカ型の規格化した Sr 値

## 6. 論文発表状況・特許状況

特になし

## 7. 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

## 8. キーワード

### ・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模様が形成される。

### ・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。

### ・コンプトン散乱

X 線を物質に照射した時、光電吸収されなかった X 線は原子の中の電子によって散乱される。このとき、波長が変化しないで方向のみ変えるものをトムソン (レイリー) 散乱といい、電子に運動エネルギーを与え自身はエネルギーの一部を失って波長が長くなるものをコンプトン散乱という。