

(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 *Photololigo 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)

BL11 でケンサキイカ平衡石を蛍光 X 線分析したところ、Sr/Comp の季節的变化は認められなかった。同一の平衡石を用いて前回の結果と比較し、測定の実現性を調べたところ、Sr/Comp 値は 2 倍以上高いことが明らかになった。これはコンプトン散乱値が相対的に低くなったためであると推測された。測定条件のなかで前回と異なったのは蛍光 X 線の検出器だけであった。これがコンプトン散乱値減少の原因かどうかは今後の検討課題である。

(English)

Through the synchrotron X-ray diffraction analysis at BL11, we could not find any seasonal variance of Sr/Comp in statoliths of Swordtip Squid *Uroteuthis (Photololigo) edulis*. The values of this time are found to be more than twice higher than those of the past two times, with the result that we measured Sr/Comp of the same statoliths in order to make sure the reproducibility. The increase may be because Compton scatterings decreased relatively. It is only the fluorescent X-ray detector that was different in conditions of the measurement between the past two times and this time. We have to give serious thought to whether or not the different detector caused the decrease in Compton scatterings.

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。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溫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）

BL11での測定には、平成22年11月から24年5月に漁獲されたケンサキイカから抽出した平衡石40個を使用した（表1）。測定方法は平成23年度第Ⅲ期に行った方法に準じた。つまり、平衡石1個をカプトンテープの縁に1/3程度付着させ、シンクロトロン光の励起エネルギーを20keV、検出器とサンプルの距離を10mm、検出器とシンクロトロン光との確度は直角に設定した。ビームは散乱を軽減させるため縦横を1mm×2mmに調節して、毎回完浴を確認後、各平衡石に対して600秒間照射した。各サンプルのストロンチウム濃度は、 $\text{SrK}\alpha$ のピーク面積積算値をコンプトン散乱の面積積算値で規格化して求めた。

また、平衡石のストロンチウム濃度の絶対量を算出するため、炭酸カルシウム-ストロンチウム化合物（直径1cmの円形錠剤型、表2）を同様の方法で測定した。

表1 測定した平衡石を採取したケンサキイカの生物データ

サンプル名	外套長 (mm)	体重 (g)	性別 1=♂、2=♀	嚔卵腺		輸卵管 重量(g)	卵巣 重量(g)	精莢囊 重量(g)	精巢 重量(g)	熟度 1=無、2=有	備 考
				長さ(mm)	重量(g)						
H240417-2-3	345	452.6	1					5.28	5.98	2	
H240417-2-5	284	327.8	1					3.57	6.99	2	
H240417-2-6	230	290.4	1					2.41	6.90	2	
H240417-2-8	331	367.8	1					4.98	5.76	2	
H240417-2-9	267	253.1	1					2.38	5.72	2	
H240417-2-10	260	379.1	2	52	8.81	15.28	18.54			2	
H240417-2-13	276	291.2	1					2.71	7.33	2	
H240417-2-15	235	209.4	1					1.62	5.29	2	
H240417-2-16	236	206.1	2	55	8.86	14.22	11.37			2	
H240417-2-21	262	235.2	1					2.58	5.95	2	
H240517-2.5-26	242	247.9	2	56	9.87	18.25	15.99			2	
H240517-2.5-32	230	256.8	2	52	8.56	14.20	18.04			2	
H240517-2.5-33	232	261.2	2	53	13.13	22.42	38.63			2	
H240517-2.5-34	225	230.5	2	53	7.70	8.87	13.56			2	
H240517-2.5-35	230	232.4	2	50	8.28	11.52	18.43			2	
H240517-2.5-36	212	172.4	2	48	6.89	12.93	8.86			2	
H240517-2.5-37	208	180.9	2	48	5.84	12.69	9.09			2	
H240517-2.5-38	215	202.2	2	47	5.49	6.95	12.20			2	
H240517-2.5-39	185	153.2	1					1.20	2.11	2	
H240517-2.5-40	240	234.7	2	45	6.83	10.97	18.58			2	
H230702-L-4	201		2							2	産卵試験用
H230702-L-6	210		2							2	産卵試験用
H230702-L-9	211		2							2	産卵試験用
H220723-2.5-17	217	178.3	2	10.50	6.60	4.3	5.00			2	
H220723-2.5-18	219	179.7	1					1.27		1	
H220723-2.5-20	213	168.6	2	9.42	8.54	4.0	6.25			2	
H220723-3-22	175	128.2	2	4.70	4.56	3.8	3.45			2	
H220723-3-26	180	148.1	2	5.82	3.09	3.3	2.75			2	
H230907-2-6	320	287.2	1					5.75	2.11	2	
H230907-2-7	340	332.6	1					6.16	1.52	2	
H230907-2-8	320	434.5	1					5.81	6.88	2	
H230907-2-9	332	301.5	1					6.19	2.64	2	
H221115-2.5-8	206	281.5	2	0.79	1.00	1.6	0.29			1	
H221115-2.5-9	200	229.2	2	1.08	0.43	1.8	0.44			1	
H221115-2.5-10	235	303.3	1					0.86	0.6	1	
H221126-s-43	180		1							1	定置網
H221126-s-47	199		2							1	定置網
H231129-N-10	150	122.6	2		0.15	0.15	0.14			1	長崎県産
H231129-N-22	130	74.9	2		0.05	0.04	0.06			1	長崎県産
H231129-N-26	190	208.2	2		0.8	0.67	0.51			1	長崎県産

表2 炭酸カルシウム-ストロンチウム化合物

Ca: Sr	ストロンチウム濃度(ppm)
10:1	502
50:1	1020
150:1	1392
300:1	2886
500:1	3683
1000:1	9942

4. 実験結果と考察

平衡石の測定結果をケンサキイカの採取された月順（サンプル年は無視）に並べたところ（図1）、Sr/Compの季節による変化は認められなかった。平成23年度の第I期と第III期の測定では、Sr/Compは6月から9月まではほぼ連続的に減少し、9月に不連続が見られた後は高い値で11月末まで推移していた。

炭酸カルシウム-ストロンチウム化合物を測定して、ストロンチウム濃度の理論値との相関を調べたところ、図2のとおり高い正の相関が認められた。よって、今回の測定条件そのものに特に問題はなかったものと考えられた。

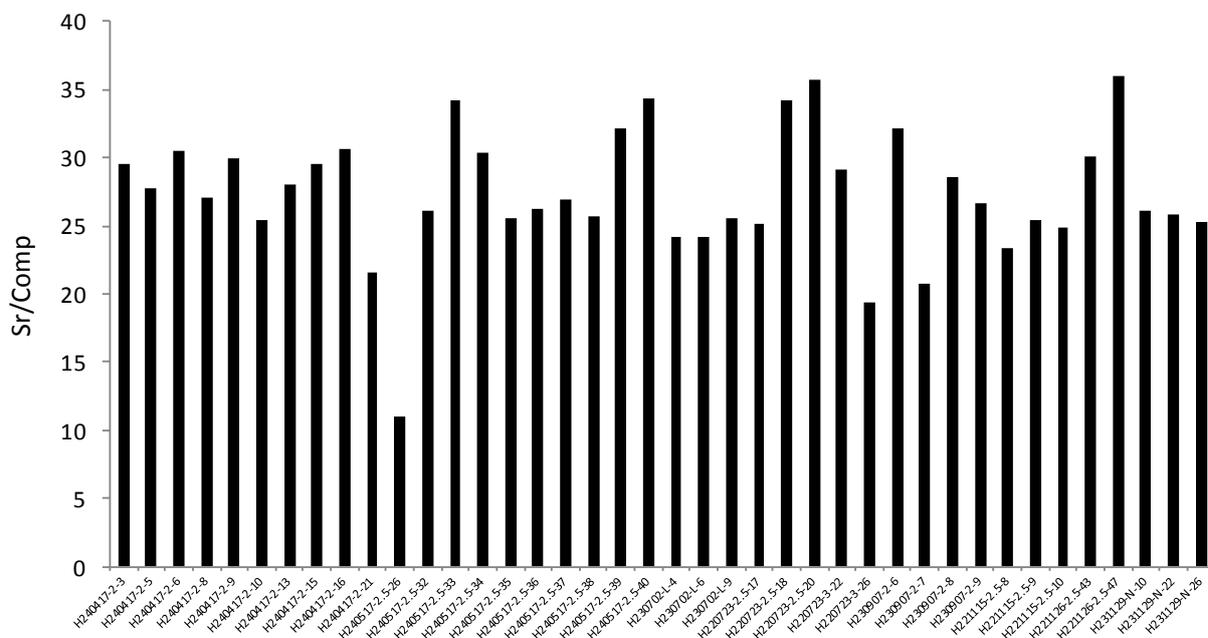


図1 平衡石の Sr/Comp

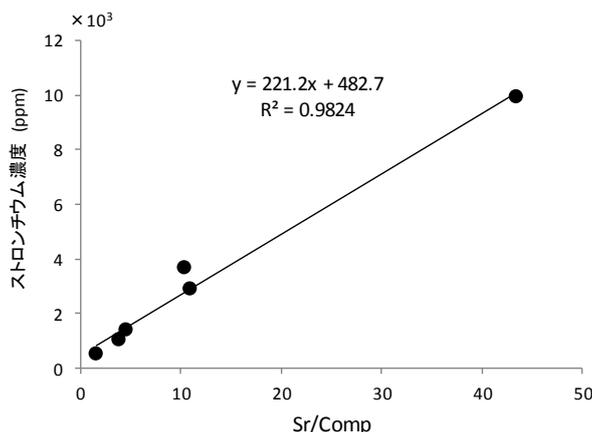


図2 Sr/Comp とストロンチウム濃度の関係

前回と今回の測定結果にみられた相違について、原因が測定条件の違いにあったとすれば、それは蛍光 X 線の検出器が替わったことだけであった。そこで、平成 23 年度 I 期と III 期および今回の測定の再現性を確かめるために、同一の 2 個の平衡石について、3 回の測定結果を比較したところ、今回は Sr/Comp の値が 2 倍以上高くなっていることが明らかになった。さらに、3 者の Sr/Ca 値にほとんど差異がなかったことから、今回 Sr/Comp が高くなった原因はコンプトン散乱の値が相対的に低くなったことであると推測された。今回使用した検出器はこれまでの検出器に比べて素子等は同じものを使用しているが、形状は異なった。この形状の相違がコンプトン散乱に影響を与えたのか否かについて、今後検討する必要がある。

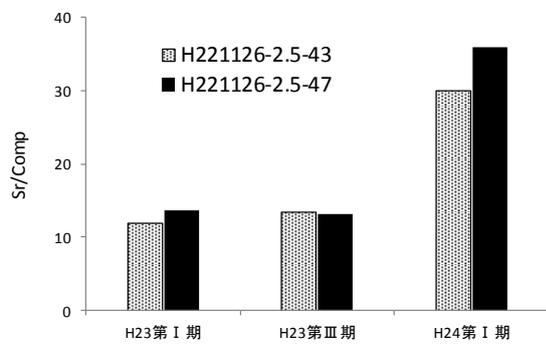


図3 Sr/Compの再現性

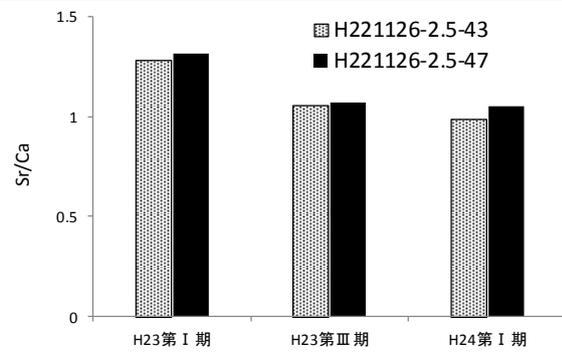


図4 Sr/Caの再現性

5. 今後の課題

今回の測定結果からは、昨年度の測定でみられた平衡石の Sr/Comp の季節変化は確認できなかった。Sr/Comp 値をケンサキイカ季節群の判別指標にするためには、再現性の保証がある測定条件を確定し、可能ならばその原因を特定しなければならない。今後は、BL11 よりもシンクロトロン光が明るい BL07 を使用して研究を進めていく。

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。

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) |