

## 掛川市本郷東より産出する前期更新世の耳石化石

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2018-02-01 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 北村, 孔志 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="https://doi.org/10.14945/00024577">https://doi.org/10.14945/00024577</a>

# 掛川市本郷東より産出する前期更新世の耳石化石

北 村 孔 志

## 1. はじめに

静岡県掛川市一帯に広く分布する前期更新世掛川層群は、多くの軟体動物化石を産出するため層序と共に多くの研究者により研究されている(横山, 1925; 鎮西, 1980; 茨木, 1986 など)。軟体動物化石以外では、哺乳類化石(新村ほか, 2001)や大型植物化石(吉川・北村, 2005)等の報告がある。本報告の化石産地からは、十脚甲殻類化石の報告(北村ほか, 2006)がある。魚類の耳石化石は、掛川市細谷、殿谷、本郷東、袋井市大日、森町東組の5地域から27科46属21種報告されている(大江, 1977)。

ハゼ類の佃煮を食べると、ガリッと音がして小石でも入っていたのかと思うことがある。ニベ科のイシモチの頭には石のようなものがあるため、イシモチと名付けられたという。イシモチは別名グチとも呼ばれている。そのいわれは、浮袋が特に大きく釣り上げた時、「グーグー」と大きな音を立てこれがグチをいっているように聞こえるからだという。ハゼ類の小石もイシモチの石のようなものも、実は耳石といわれるもので炭酸カルシウム( $\text{CaCO}_3$ ・アラゴナイト結晶)からできていて、取り込まれた元素は死後も保持されている。耳石の働きは平衡バランスを保つことと、大きさを変えることで音受容能の獲得にあるという(名古屋大学プレスリリース資料: [http://www.nagoya-u.ac.jp/aboutnu/public-relations/researchinfo/upload\\_images/130702\\_sci.pdf#search='www.nagoyau.ac.jp%2Faboutnu%2Fpublic...%2F130702\\_sci.pdf'](http://www.nagoya-u.ac.jp/aboutnu/public-relations/researchinfo/upload_images/130702_sci.pdf#search='www.nagoyau.ac.jp%2Faboutnu%2Fpublic...%2F130702_sci.pdf'))。

現世魚の耳石利用の報告には次のようなものがある。カタクチイワシの3系群分析では、耳石フィンガープリントと呼ばれる耳石内に蓄積される微量元素の濃度パターンを利用した(銭谷2008)。内水面漁業の重要な魚種であるアユは、天然アユか養殖アユかの区別や海水中で生育したか淡水中で生育したかの生活履歴は、Sr:Ca比率により判別される(中澤ほか, 2012)。また、ウナギは川に上ったかそのまま海中にいたかはやはり耳石のSr:Ca比率を分析すればわかるという(静岡県水産技術研究所浜名湖分場「川に上らないウナギがいる!」: [http://fish-exp.pref.shizuoka.jp/hamanako/6\\_pro/unagi\\_3-4.html](http://fish-exp.pref.shizuoka.jp/hamanako/6_pro/unagi_3-4.html), 日本経済新聞2013年10月12日電子版「ニホンウナギに新たな謎「海で一生涯」4割も」: [http://www.nikkei.com/news/print-article/?R\\_FLG=0&bf=0&ng=DGXNASDGO2057\\_S3A001C100000&uah=DF020420131542](http://www.nikkei.com/news/print-article/?R_FLG=0&bf=0&ng=DGXNASDGO2057_S3A001C100000&uah=DF020420131542))。現生魚の生育環境や生育履歴を知るための微量元素の分析は、多くの機関で行なわれているが、耳石化石の元素分析はあまり見かけないので、静岡大学浜松キャンパス共同利用機器センターの分析SEM(JSM5510LV)で元素分析を試みた。

本稿では、本郷の露頭産出耳石化石31科40属33種と分析SEMを利用した元素分析の結果を報告する。尚、余談ではあるが、ニベ科のフウセイの耳石は、漢方薬では魚脳石として用いられること

---

静岡大学工学部

も付け加えておく。

## 2. 産出地の概要

本郷東の露頭は前期更新世掛川層群大日層で、砂層中にハンモック状斜交層理や化石密集層が幾つもみられる(図1)。大日砂層は浅海の前浜および外浜の堆積層とされる。耳石以外では、甲殻類の *Leucosia* sp. (コブシガニ属の未定種) を多産する。



図1 掛川市本郷東の掛川層群大日層の露頭場所  
国土地理院磐田 1:50,000 使用

## 3. 調査方法

耳石化石は砂層から取り出した砂を篩で振り分け採取し、大江(1985)を基に同定した。元素分析は、電子線を耳石化石に当て、元素のK殻から放出される放射線の強さから元素を特定する分析SEM(JSM-5510LV)を使用した。分析SEMの性能上軽い元素や微量元素は検出できないので、全ての元素の検出は不可能である。今回の分析に使用した耳石化石は、深海性のMyctophidae(ハダカイワシ科)4属、底魚のCorgridae(アナゴ科)4属、底魚のPleuronectidae(カレイ科)1属、Oynoglossidae(ウシノシタ科)の仲間、運動能力の低いGobiidae(ハゼ科)の仲間、沿岸の浅海性のSillaginidae(キス科)1属、温暖な沿岸性のArogonidae(テンジクダイ科)1属2種、Pempheridae(ハタンボ科)1属の計15とした。尚、耳石化石の15の属や種はそれぞれ1個体のみのため、必ずしもその属や種を代表しているとは言い難い面がある。耳石化石に含まれる元素の割合を知るために、耳石化石毎にCaの量を1とした割合を求め、その後耳石化石毎に元素の割合グラフに示した。

## 4. 結果

掛川市本郷東の露頭から、31科40属33種(未定種は除く)を識別したが、磨滅の影響で同定が微妙で間違えた可能性は否定できないが、最大限の注意は図った。結果を以下と図2に示す。

Myctophidae(ハダカイワシ科) *Lobianchia*(ハクトウハダカ属) *L. gemellarii*(ハクトウハダカ) *Diaphus*(ハダカイワシ属) *D. gigas*(スイトウハダカ) *D. chrysorhynchus*(サガミハダカ) *D. watasei*(ハダカイワシ) *Notoscopelus*(オオクチイワシ属) *N. japonicas*(オオクチイワシ) *Ceratscopelu* sp.(ゴコウハダカ属の未定種) *Tarletonbeania*(ホクヨウハダカ属) *Tarletonbeania* sp.(ホクヨウハダカ属の未定種) *Symbolophrus*(ナガハダカ属) *S. evemanni*(マガリハダカ) Sparidae(タイ科・タイ科の仲間) *Dentex*(キダイ属) *D. tumifrons*(キダイ) *Dentex* sp.(キダイ属の未定種) *Evynnis*(チダイ属) *Evynnis* sp.(チダイ属の未定種) Malacanthidae(キツネアマダイ科) *Branchiostegs*(アマダイ属) *Branchiostegs* sp.(アマダイ属の未定種) Sillaginidae(キス科) *Sillago*(キス属) *S. aeolus*(ホシギス) *S. sihama*(モトギス) Ohidiidae(アシロ科) *Neobythites*(シオイタチ属) *N. sivicolus*(シオイタチ) Pleuronectidae(カレイ科・カレイ科の仲間) Bothidae(ダルマガレイ科)

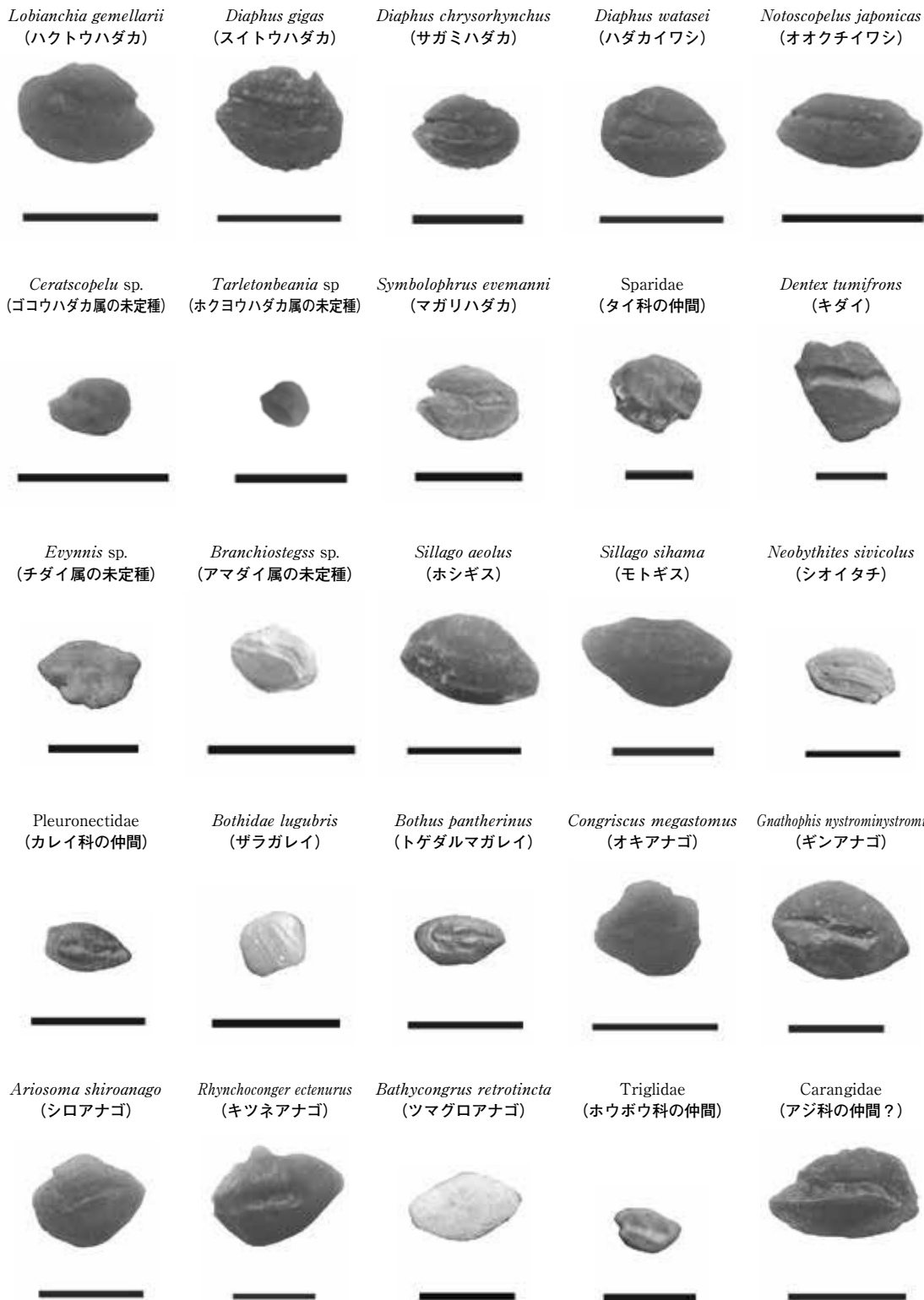


図2 本郷の露頭産出耳石化石 31 科 40 属 33 種の内訳

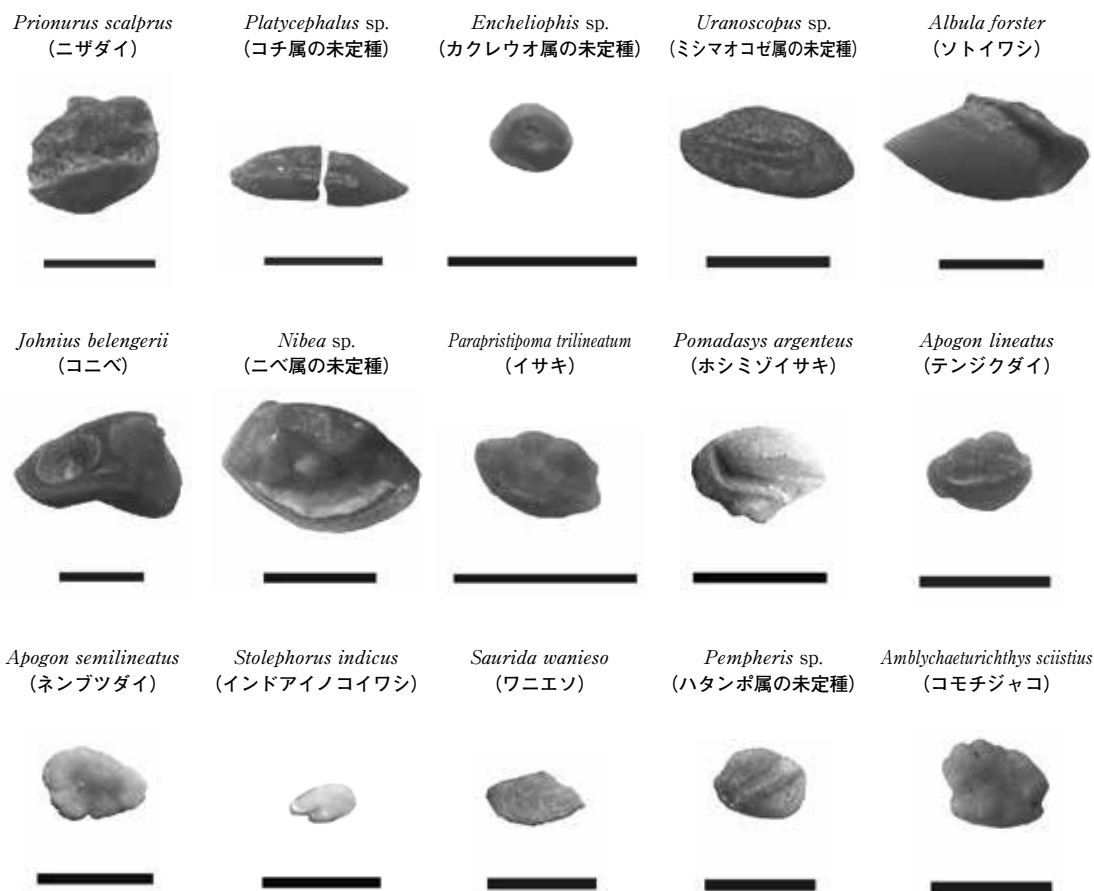


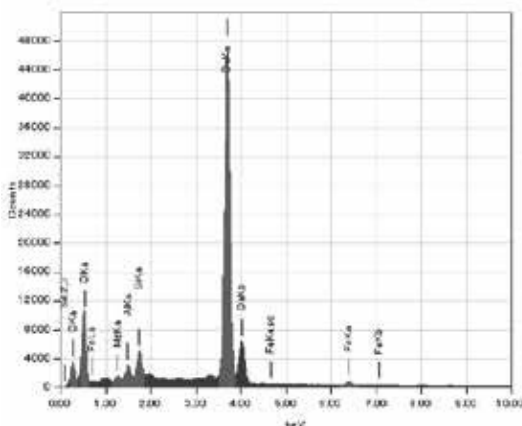
図2 つづき

*Bothidae* (ザラガレイ属) *B. lugubris* (ザラガレイ) *Bothus* (ホシダルマガレイ属) *B. pantherinus* (トゲダルマガレイ) *Corgridae* (アナゴ科) *Congriscus* (オキアナゴ属) *C. megastomus* (オキアナゴ) *Gnathophis* (ギンアナゴ属) *G. nystrominystromi* (ギンアナゴ) *Ariosoma* (ゴテンアナゴ属) *A. shiroanago shiroanago* (シロアナゴ) *Rhynchoconger* (キツネアナゴ属) *R. ectenurus* (キツネアナゴ) *Bathycongrus* (ツマグロアナゴ属) *B. retrotincta* (ツマグロアナゴ) *Triglidae* (ホウボウ科・ホウボウ科の仲間) *Carangidae* (アジ科・アジ科の仲間?) *Acanthuridae* (ニザダイ科) *Prionurus* (ニザダイ属) *P. scalprus* (ニザダイ) *Platycephalidae* (コチ科) *Platycephalus* (コチ属) *Platycephalus* sp. (コチ属の未定種) *Carapidae* (カクレウオ科) *Encheliophis* (カクレウオ属) *Encheliophis* sp. (カクレウオ属の未定種) *Uranoscopidae* (ミシマオコゼ科) *Uranoscopus* (ミシマオコゼ属) *Uranoscopus* sp. (ミシマオコゼ属の未定種) *Albulidae* (ソトイワシ科) *Albula* (ソトイワシ属) *A. forster* (ソトイワシ) *Sciaenidae* (ニベ科) *Johnius* (コニベ属) *J. belengerii* (コニベ) *Nibea* (ニベ属) *Nibea* sp. (ニベ属の未定種) *Haemulidae* (イサキ科) *Parapristipoma* (イサキ属) *P. trilineatum* (イサキ) *Pomadasys* (ミゾイサキ属) *P. argenteus* (ホシミゾイサキ) *Arogonidae* (テ

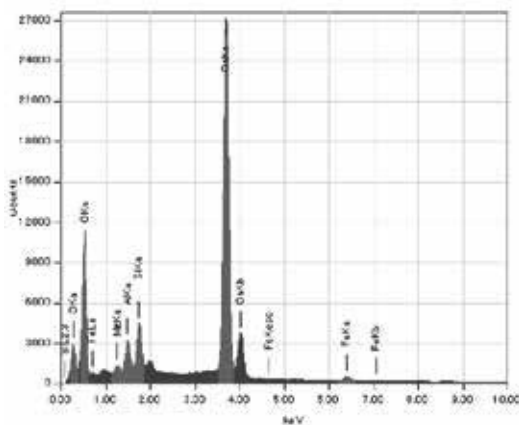
ンジクダイ科) *Apogon* (テンジクダイ属) *A. lineatus* (テンジクダイ) *A. semilineatus* (ネンブツダイ)  
 Engraulidae (カタクチイワシ科) *Stolephorus* (インドアイノコイワシ属) *S. indicus* (インドアイ  
 ノコイワシ) Synodontidae (エソ科) *Saurida* (ワニエソ属) *S. wanieso* (ワニエソ) Pempheridae  
 (ハタンボ科) *Pempheris* (ハタンボ属) *Pempheris* sp. (ハタンボ属の未定種) Gobiidae (ハゼ科)  
*Amblychaeturichthys* (アカハゼ属) *A. sciistius* (コモチジャコ) Gobiidae (ハゼ科の仲間) *Suruga* (ヤ  
 ミハゼ属) *S. fundicola* (ヤミハゼ) Psychrolutidae (ウラナイカジカ科) *Psychrolutes* (ウラナイカ  
 ジカ属) *P. paradoxus* (ウラナイカジカ) Macrouridae (ソコダラ科) *Coryphaenoides* (ホカケダラ属) *C.*  
*acrolepis* (イバラヒゲ) Sebastidae (メバル科) *Sebastes* (メバル属) *S. scythropus* (ウケグチメバル)  
*Sebastes* (カサゴ属) *Sebastes* sp. (カサゴ属の未定種) Poymixiidae (ギンメダイ科) *Polymixia* (ギ  
 ンメダイ属) *P. japonica*? (ギンメダイ?) Paralichthyidae (ヒラメ科) *Paralichthys* (ヒラメ属) *P.*  
*olivaceus*? (ヒラメ?), Oynoglossidae (ウシノシタ科・ウシノシタ科の仲間) Clupeidae (ニシン  
 科・ニシン科の仲間) Ariidae (ハマギギ科) *Arius* (ハマギギ属) *Arius* sp. (ハマギギ属の未定種)  
 Callionymidae (ネズッポ科) *Repomucenus* (ネズッ  
 ポ属) *Repomucenus* sp. (ネズッポ属の未定種).

耳石化石 15 属・種を分析 SEM で調べた結  
 果, Ca, C, O, Mg, Al, Si, Fe の 7 元素はど  
 の耳石化石にも共通していた (図 3). 耳石化石  
 毎に, Ca の量を 1 とした元素の割合を表 1 に,  
 表 1 を基に耳石化石毎の各元素の割合を表 2 と  
 図 4 に示した. 表 2 の Ca, C, O, Mg, Al, Si,  
 Fe の平均を表 3 に示す. 表 3 の元素の Ca の量  
 に着目すると, 平均値の 51.8 を超える属・種  
 には, Oynoglossidae (ウシノシタ科の仲間),  
*Tarletonbeania* sp. (ホクヨウハダカ属の未定種),

*Tarletonbeania* sp. (ホクヨウハダカ属の未定種)



*Notoscopelus japonicus* (オオクチイワシ)



*Symbolophrus evemanni* (マガリハダカ)

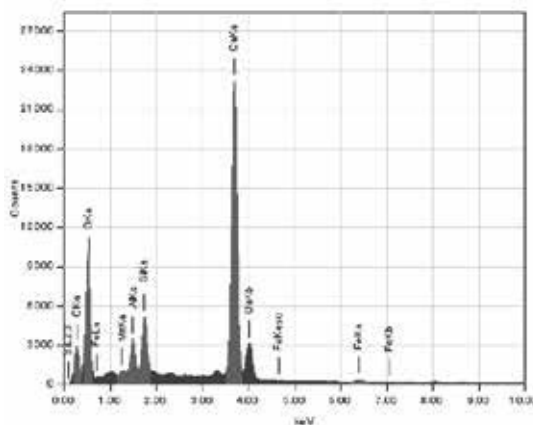
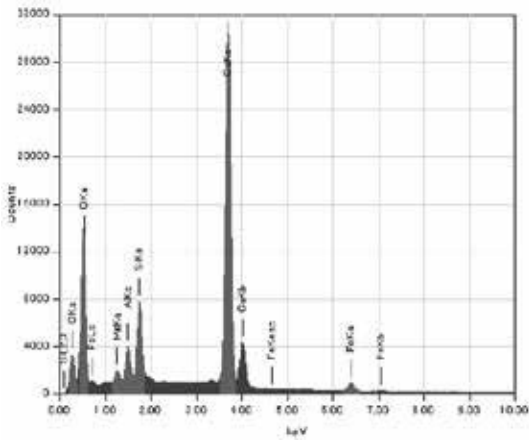
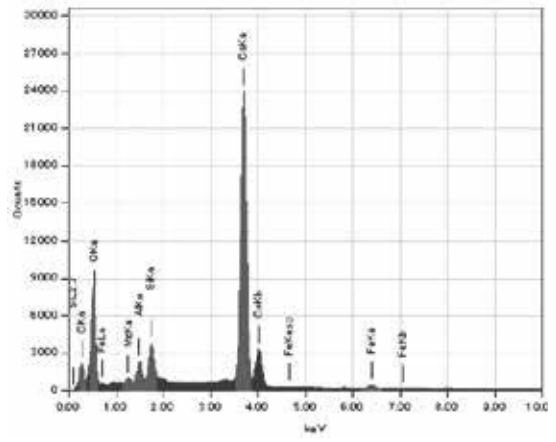


図 3 分析 SEM で元素分析を行った 15 の属・種の元素の検出結果

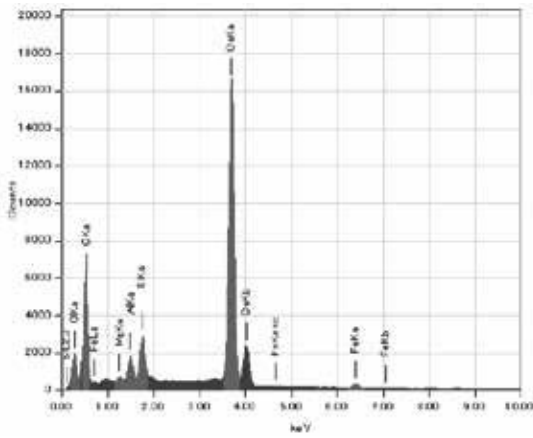
*Ceratoscopelus* sp. (ゴコウハダカの未定種)



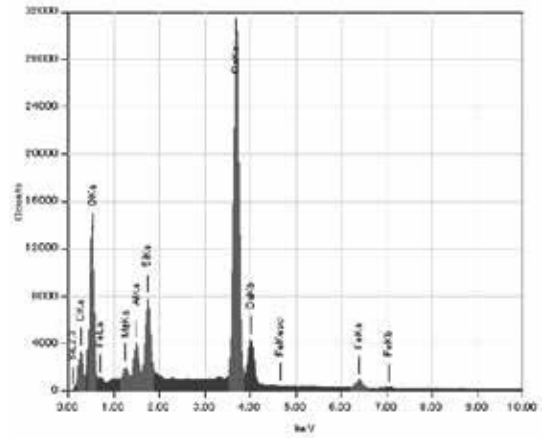
*Apogon semilineatus* (ネンブツダイ)



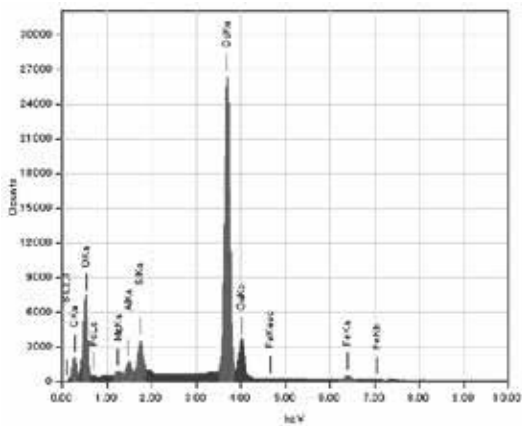
*Apogon lineatus* (テンジクダイ)



*Pempheris* sp. (ハタンボ属の未定種)



Gobiidae (ハゼ科の仲間)



*Sillago sihama* (モトギス)

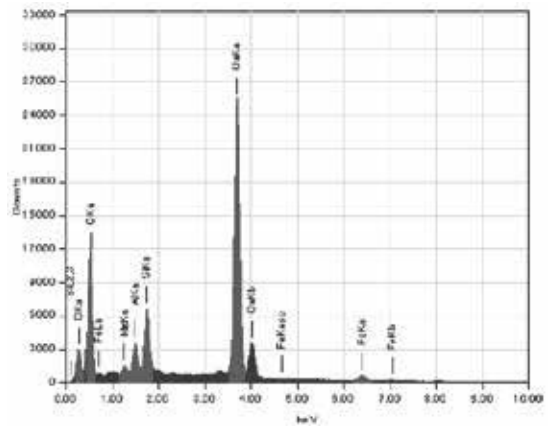
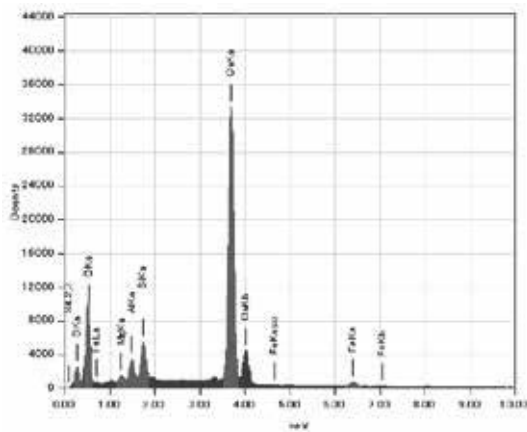
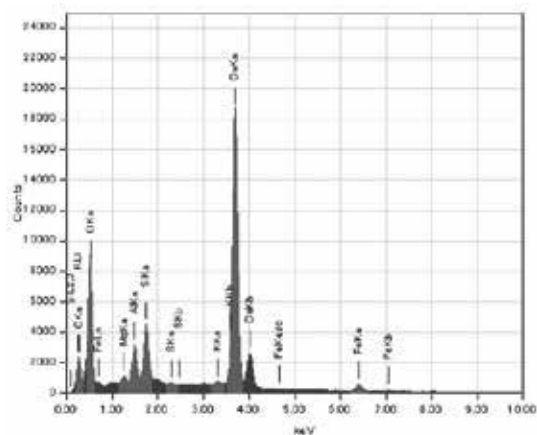


図3 つづき

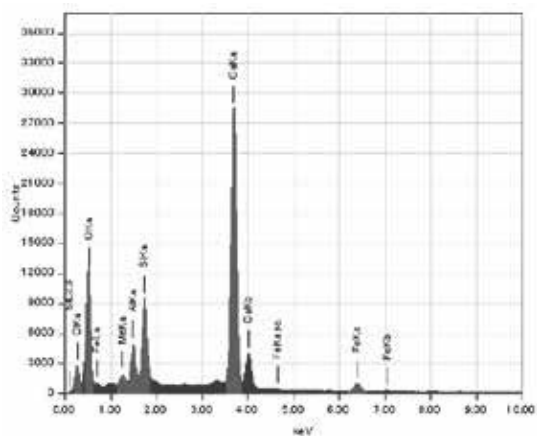
*Ariosoma shiroanago shiroanago* (シロアナゴ)



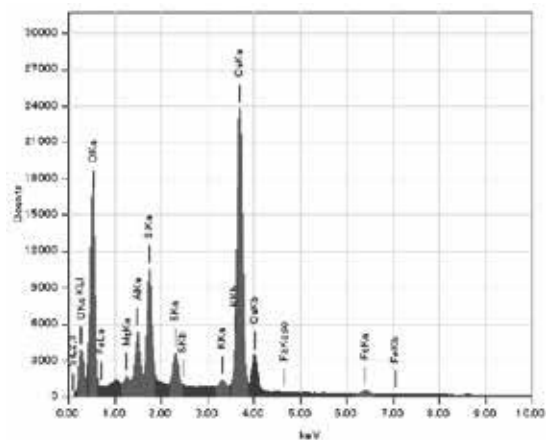
*Gnathophis nystrominystromi* (ギンアナゴ)



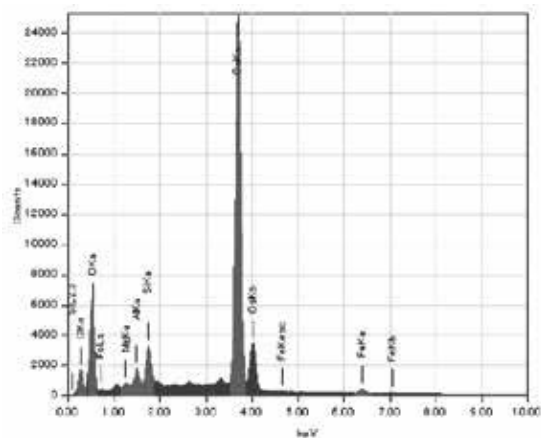
*Congruscus. megastomus* (オキアナゴ)



*Rhynchoconger ectenurus* (キツネアナゴ)



Oynoglossidae (ウシノシタ科の仲間)



*Bothus. pantherinus* (トゲダルマガレイ)

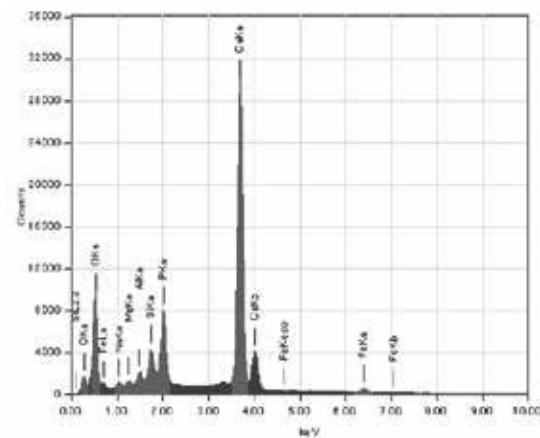


図3 つづき



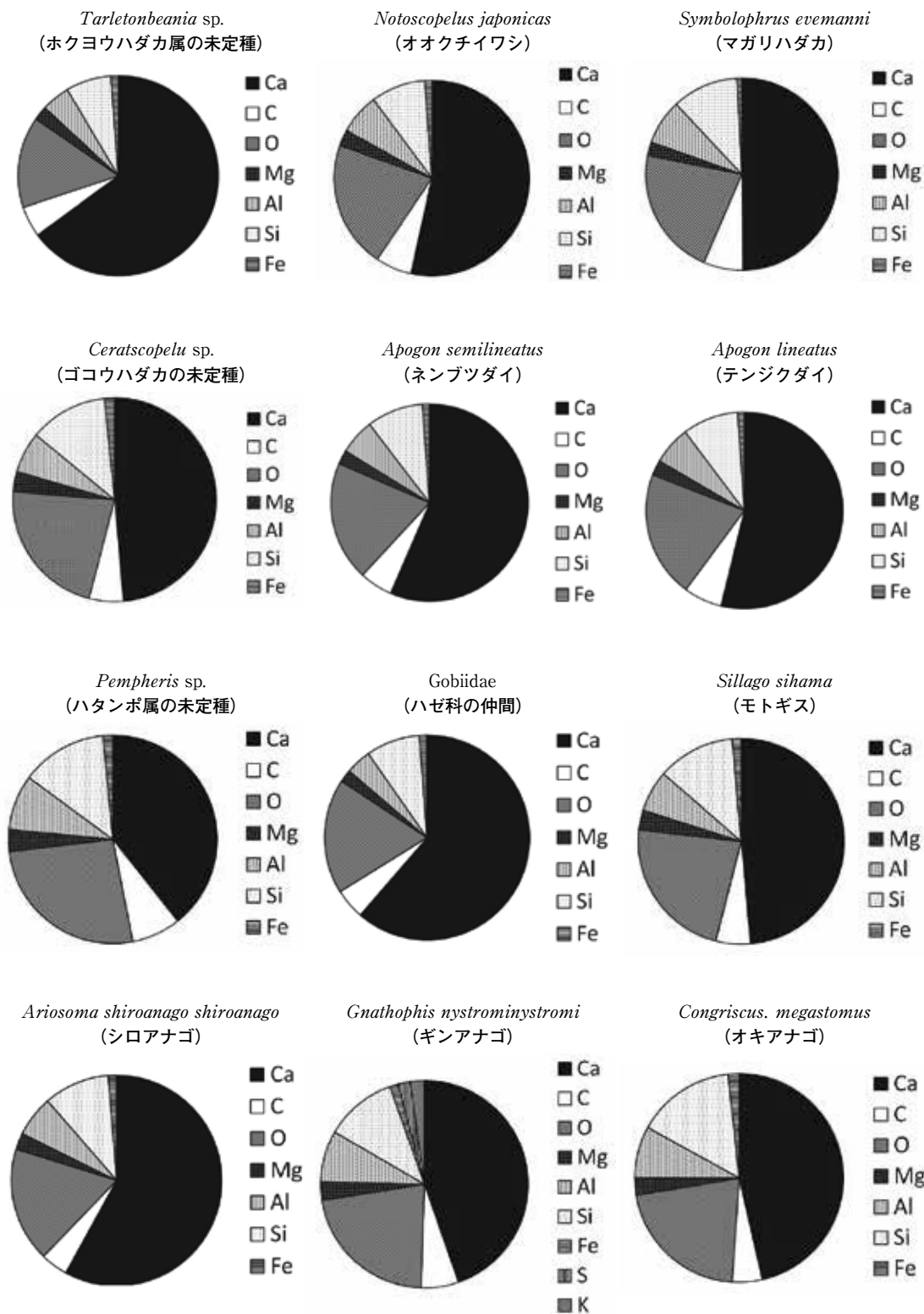


図4 図3の各耳石化石毎の元素の割り合いを示したグラフ

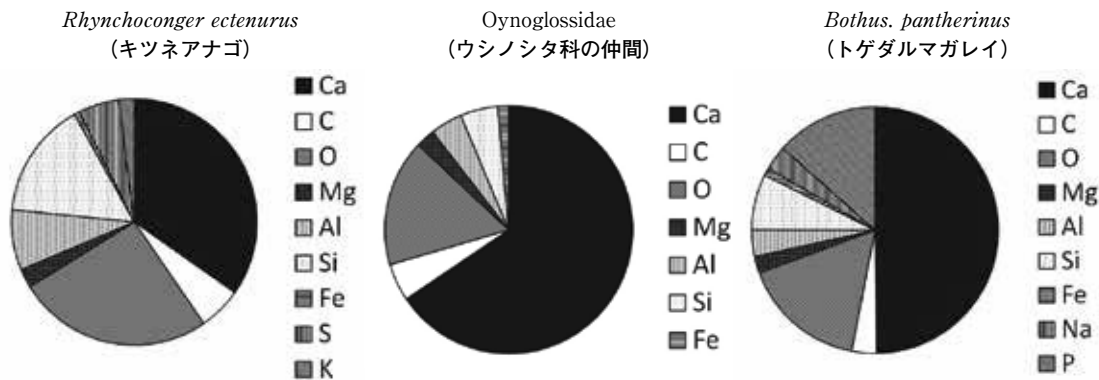


図4 つづき

表1

魚種	Ca	C	O	Mg	Al	Si	Fe	S	K	Na	P
シロアナゴ	1.0	0.07	0.30	0.04	0.11	0.17	0.02				
オキアナゴ	1.0	0.10	0.46	0.06	0.17	0.33	0.04				
キツネアナゴ	1.0	0.16	0.74	0.07	0.23	0.44	0.02	0.16	0.06		
ギンアナゴ	1.0	0.13	0.49	0.06	0.18	0.25	0.03	0.04	0.05		
ゴコウハダカ属の未定種	1.0	0.11	0.46	0.01	0.13	0.26	0.03				
マガリハダカ	1.0	0.13	0.43	0.05	0.15	0.22	0.02				
ホクヨウハダカ属の未定種	1.0	0.08	0.23	0.04	0.07	0.11	0.02				
オオクチワシ	1.0	0.11	0.39	0.05	0.12	0.17	0.02				
ハゼ科の仲間	1.0	0.08	0.30	0.03	0.07	0.14	0.02				
ウシノシタ科の仲間	1.0	0.08	0.25	0.04	0.06	0.08	0.02				
トゲダルマガレイ	1.0	0.06	0.33	0.04	0.07	0.15	0.02			0.1	0.3
テンジクダイ	1.0	0.12	0.39	0.05	0.12	0.17	0.02				
ネンブツダイ	1.0	0.10	0.35	0.04	0.10	0.16	0.02				
ハタンボ属の未定種	1.0	0.19	0.66	0.09	0.22	0.34	0.04				
モトギス	1.0	0.11	0.47	0.06	0.13	0.25	0.03				

表2

魚種	Ca	C	O	Mg	Al	Si	Fe	S	K	Na	P
シロアナゴ	58.5	4.10	17.50	2.30	6.40	9.90	1.20				
オキアナゴ	46.3	4.60	21.30	2.80	7.90	15.30	1.90				
キツネアナゴ	34.7	5.60	25.70	2.40	8.00	15.30	0.70	5.60	2.10		
ギンアナゴ	44.8	5.80	22.00	2.70	8.10	11.20	1.30	1.80	2.20		
ゴコウハダカ属の一種	50.0	5.50	23.00	3.40	6.50	13.00	1.50				
マガリハダカ	50.0	6.50	21.50	2.50	7.50	11.00	1.00				
ホクヨウハダカ属の未定種	64.5	5.20	14.80	2.60	4.50	6.50	1.30				
オオクチワシ	53.8	5.40	21.00	2.70	6.50	9.20	1.10				
ハゼ科の仲間	61.0	4.90	18.30	1.80	4.30	8.50	1.20				
ウシノシタ科の仲間	65.4	5.20	16.30	2.60	3.90	5.20	1.30				
トゲダルマガレイ	50.0	3.00	16.50	2.00	3.50	7.50	1.00			5.00	15.0
テンジクダイ	53.5	6.40	20.90	2.70	6.40	9.10	1.10				
ネンブツダイ	56.5	5.60	19.80	2.30	5.60	9.00	1.10				
ハタンボ属の未定種	39.4	7.50	26.00	3.50	8.70	13.40	1.80				
モトギス	48.8	5.40	22.90	2.90	6.30	12.20	1.50				

表 3

元素	Ca	C	O	Mg	Al	Si	Fe
元素の平均	51.81	5.38	20.5	2.42	6.23	10.42	1.27

Gobiidae (ハゼ科の仲間), *Ariosoma shiroanago* (シロアナゴ), *Apogon semilineatus* (ネンブツダイ), *Notoscopelus japonicas* (オオクチイワシ), *Apogon lineatus* (テンジクダイ) の順であった。7 元素の平均値より全て大きな値を示したものはなかったが, *Bothus pantherinus* (トゲダルマガレイ) のみ全て平均値を下回った。

### 5. 考察とまとめ

大江氏の本郷東からの耳石報告では 20 科 33 属 16 種であったが, 今回の報告では 31 科 40 属 34 種と若干増加した。大江氏の報告した 20 科のうち, Myctophidae (ハダカイワシ科) が 6 属で 18.2%, Sciaenidae (ニベ科) が 4 属で 12.1%, Arogonidae (テンジクダイ科) が 2 属で 6.1%, Corgridae (アナゴ科) は 1 属で 3.0%, Gobiidae (ハゼ科) はなかった。本報告の 31 科のうち Myctophidae (ハダカイワシ科) は 8 属で 20.0%, Sciaenidae (ニベ科) は 2 属で 5.0%, Arogonidae (テンジクダイ科) は 1 属で 2.5%, Corgridae (アナゴ科) は 5 属で 12.5%, Gobiidae (ハゼ科) は 2 属で 5.0% で Corgridae の増加がみられた。今回特に多く産出した耳石化石個体は, Myctophidae (ハダカイワシ科), Sillaginidae (キス科), Gobiidae (ハゼ科) の順であった。

耳石化石産出地はほぼ同じ本郷東であるが, 報告に 40 年近い時間的経過があることと, 耳石化石産出地が砂取場であるため大江氏の報告した地層は既になく, 大日砂層上位からの産出のためと推定した。共通して産出したのは 13 科 13 属のみであった。

耳石化石から得られる情報は, 大江氏の報告と同じで 1. 沿岸海域から陸棚に生息する魚 (Sciaenidae, Gobiidae, Sillaginidae など) 2. 温暖な海の魚 (Arogonidae) 3. 深海性の魚 (Myctophidae) である。

耳石は炭酸カルシウム ( $\text{CaCO}_3$ ) の結晶なので, Ca, C, O の 3 元素が共通しているのは当然であろう。耳石成分以外の Mg, Al, Si, Fe の 4 元素はクラーク数の上位のため砂層からの浸透が考えられる。各元素の属・種の最高値と最低値の差を平均値と比較すると, 変動の幅が大きかったのは ① Si 96.7% ② Fe 94.5% ③ C 83.6% ④ Al 83.5% ⑤ Mg 70.2% ⑥ O 54.4% ⑦ Ca 52.2% の順で, 堆積時の環境と砂層からの浸透が推定される。*Rhynchoconger ectenurus* (キツネアナゴ) と *Gnathopthis nystrominystromi* (ギンアナゴ) から S と K が, *Bothus pantherinus* (トゲダルマガレイ) から Na と P が検出されたが, これらもクラーク数の上位にある元素であることと他の属・種では検出限界値に近かったため検出されなかった可能性がある。

今回 15 の科及び属・種の Ca, C, O, Mg, Al, Si, Fe の平均値の  $\pm 15\%$  に入ったものは, *Notoscopelus japonicas* (オオクチイワシ), *Apogon lineatus* (テンジクダイ), *Apogon semilineatus* (ネンブツダイ) のみであった。差が大きかったのは, 食性や生息場所の影響が考えられる。

分析 SEM を利用した今回の元素分析では, はっきりとした特徴はつかめなかった。この解決には, 同じ属・種の別な個体をより多く用いて, 再度検出することと検出時間を長くすることが考えられる。

深海性の魚や沿岸の浅海, 運動能力, 温暖な沿岸性の魚では, 属や種により元素の量に大きな差はでなかった. 取り込まれた元素は死後も保持されるというが, 微量なため分析 SEM では対応が難しかった. 耳石は炭酸カルシウム ( $\text{CaCO}_3$ ) の結晶が主と考えると分かりやすいのではないか. 今回使用した分析 SEM には微量元素は検出できなかったが, 微量元素が検出できれば水深や食性により, 種ごとに微妙な違いがみられる可能性があると思われる.

## 謝辞

愛知県瀬戸市の大江文雄氏には, 懇切丁寧なご指導をいただいた. また, 分析 SEM の操作において支援技術員の竹内州氏には多大なご協力をいただいた. 紙面をかりて感謝申し上げる.

## 引用文献

- Ohe, F. (1985) : Marine Fish-Otoliths of Japan, Special Volume of Bulletin (Earth-Science), The Senior High School attached to the Aichi University of Education, 188p.
- 茨木雅子 (1986) : 掛川地域新第三系の浮遊性有孔虫生層序とその岩相層序との関係. 地質学雑誌, 92, 119-134.
- 北村孔志・柴 正博・横山謙二 (2006) : 掛川層群大日層から産出した十脚甲殻類化石. 「海・人・自然」東海大学博物館研究報告, 8, 1-10.
- 横山次郎 (1925) : 遠江掛川付近第三紀層の層序. 地球, 3, 69-576.
- 中澤 隆・中野和彦・恩地啓美・浪田真由・矢持 進・辻 幸一 (2012) : 微小部蛍光 X 線分析法によるアユの耳石中の Sr 分析解析. 分析科学, 7, 637-642.
- 大江文雄 (1977) : 鮮新統掛川層群大日砂層からの魚類耳石について (1). 東海化石研究会, 16, 13-19.
- 新村龍也・柴 正博・横山謙二・北村孔志 (2001) : 掛川市上西郷における掛川層群産鯨目化石発掘調査の成果 - 海生哺乳類化石 -. 「海・人・自然」東海大学博物館研究報告, 3, 1-99.
- 鎮西清高 (1980) : 掛川層群の軟体動物化石群その構成と水平分布. 科博専報, 3, 15-20.
- 吉川博章・北村孔志 (2005) : 静岡県掛川市杉谷の後期鮮新世掛川層群土方累層から産出した大型植物化石. 豊橋市自然史博物館研報, 15, 1-6.
- 銭谷 弘 (2008) : 物言わぬ魚が, おしえてくれる魚の履歴. 瀬戸内海区水産研究所平成 20 年度研究成果発表会, 5-6.