

# 地学実験における更新統小串層の介形虫化石群の有用性

田中 源吾<sup>1</sup>・熊本大学平成28年度地学基盤実験履修者<sup>2</sup>

(1 金沢大学国際基幹教育院 〒920-1192 石川県金沢市角間町)

(2 熊本大学 〒860-8555 熊本県熊本市中央区黒髪2-39-1\*)

## Usefulness of earth science experiment of ostracod assemblages from the Pleistocene Ogushi Formation

Gengo Tanaka<sup>1</sup> and Participants of 2016 base experiment of earth science class in Kumamoto University<sup>2</sup>

(1 Institute of Liberal Arts and Science, Kanazawa University Kakuma-machi, Kanazawa City, Ishikawa 920-1192, Japan )

(2 Kumamoto University, 2-39-1, Kurokami, Chuo-ku, Kumamoto 860-8555, Japan )

### Abstract

It is often difficult to teach importance of micropalaeontology as a tool for palaeoenvironmental reconstruction within the limited time. Ostracods from the Pleistocene Ogushi Formation in Itsuwa town, Amakusa City, Kumamoto Prefecture, Japan are a good sample to teach the utility of microfossils in short time, because 1) the sample are washed by water, 2) well-preserved ostracod shells, 3) one or two species compose(s) over fifty to sixty percent. By using modern analog technique based on the Squared Euclidean Distance, the palaeo-depth was 28 m and the palaeo-temperature was cool compared with Recent Amakusa area. For further exact investigation of the palaeoenvironment of the Ogushi Formation, we need gathering many Recent ostracods samples around Japan.

**Keywords :** Earth science experiment, Education, Ogushi Formation, Ostracoda, Undergraduate students

### はじめに

熊本大学の地学基盤実験は、宇宙から地球、そして有明地域の地史など幅広く学ぶ履修科目である。筆頭者は、熊本大学合津マリンステーションに在職中、有明地域の地史について、特に天草下島に分布する更新統小串層の介形虫化石を用いた古環境の復元を21名の履修者とともに行った。小串層から産出する微化石の教材としての有効性については、岩崎(1984)によってすでに指摘されている。本報告で扱う試料は、天草市五和町の水田の用水路脇から、故池谷仙之名誉教授によって1994年6月27日に採取されたものである。当該地点の小串層の時代論については、鶴飼ほか(2010)によって、酸素同位体ステージのMIS-7(小元、

2014)の図8によると約19～24万年前)に相当すると考えられている。軟体動物化石に基づく古水深は約20mと報告されている(鶴飼ほか, 2010)。一方、介形虫および有孔虫を用いた古水深は、約10mで、外洋水の影響のあるやや開放的な内湾であったと考えられている(河野ほか, 2011)。

### 試料と方法

試料は、明灰色の未固結な貝殻交じり泥であった。バケツの中で試料に熱湯を注ぎ、その後、開口径1mmの篩と開口径125 $\mu$ mの篩を重ねて、水洗した。1mm～125 $\mu$ mの間に残った残渣を、熊本大学沿岸域環境科

\* 藤田美紀・林田将秀・橋本玲香・松元勇人・宮崎和夫・毛利玲央・淵上智城・中嶋佑太・中原玄人・中山未莉・法橋 陽・谷口大貴・竹下雄輔・戸田真之介・鶴田高悠・若林佳汰・山室瑠奈・山下祐菜・山崎大雅・屋住直人・吉住康助

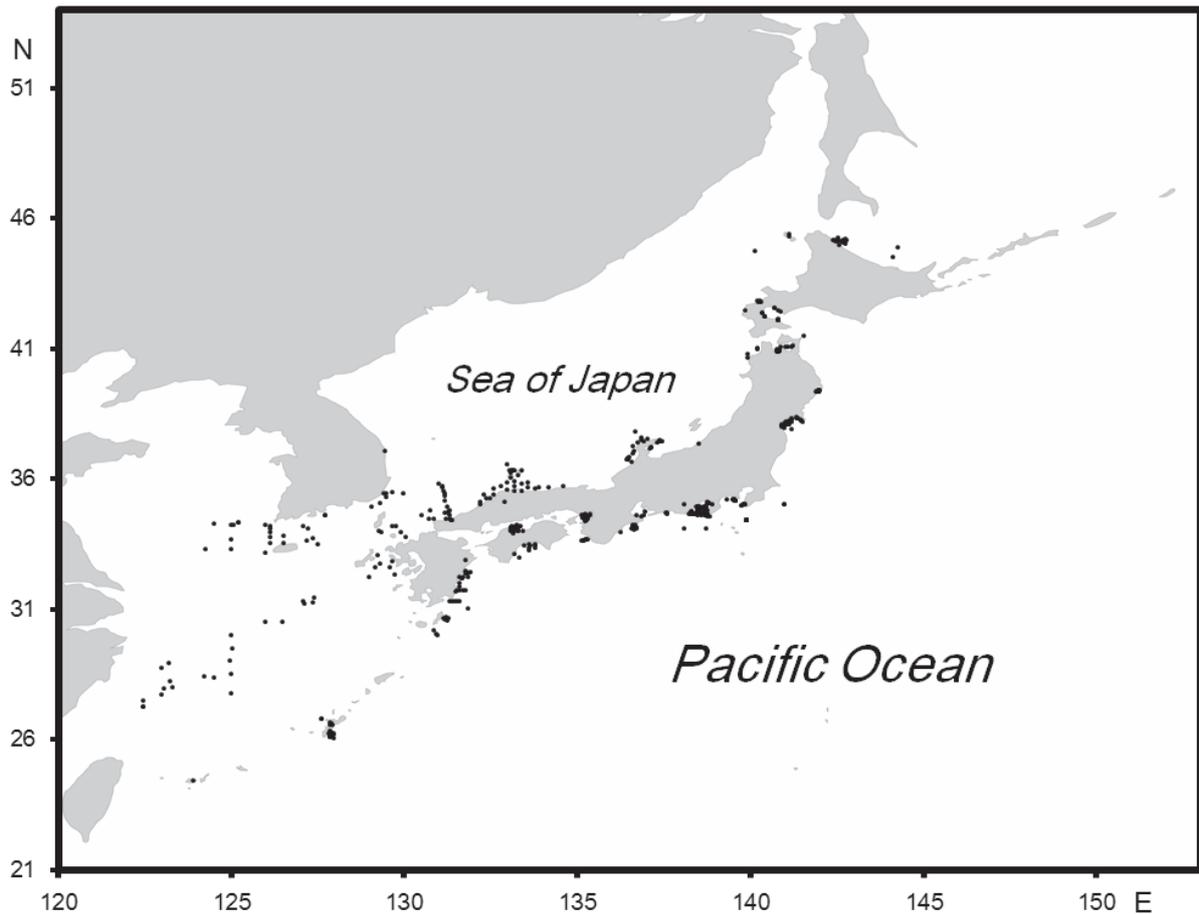


図1 現世アナログ法に用いた現生試料の採取地点

学教育研究センター合津マリンステーションの恒温器(80°C)で一晩乾燥させた。乾燥後の残渣は、人数分に分割し、5mm×5mmのマス目のついたシャーレに、堆積物が重ならないように均等に蒔いた。介形虫の拾い出しは、熊本大学理学部2階の微化石観察室でおこなった。抽出を始める前に、プロジェクターで、30分程度、介形虫についての説明(特に化石として残る、石灰質の殻の部分に見られる特徴)をおこなった。介形虫の説明については、Home et al. (2002)を元に講義をおこなった。拾い出し方法にあたっては、デジタルマイクروسコープを使用し、シャーレ中に蒔いた残渣から、実際に含まれる介形虫化石の例を示しながら、介形虫と思われるものが見つかったら挙手をしてもらい、ティーチング・アシスタントとともに正解かそうでないかの指導を行った。介形虫の拾い出しは、面相筆の先端に水を付けて、木工用ボンドを薄めて塗布した有孔虫用スライド(60マス)に載せた。なお、できる限り見落としのないように隣接するマス目を順番に上下あるいは左右に検鏡するように指導した。

## 結果

検鏡時間は2時間ほどであったが、その間にほとん

どの履修生が介形虫を識別し、筆をうまく使ってスライド中に保管できるまでになっていた。多い学生で50個体程抽出していたが、シャーレを隅々まで見終わった学生はいなかった。検鏡後、筆頭著者は、A君が拾い出した介形虫化石群の種同定を行った。5種、44個体を抽出したA君の結果を見ると、特徴種は*B. bisanensis*で全体の86%、次いで、*A. hataii*の7%と続いた(表1)。21人の受講生で合計607個体の介形虫を抽出した(表1)。この607個体について、後日、筆頭著者が同定したところ、33種が認められ、特徴種は*Bicornucythere bisanensis*で全体の66%を占めた。次いで、*Aurila hataii*が6%、*Loxoconcha bispinosa*の4%が続いた。筆頭著者が拾い出しを行ったところ(N=353)、同一の残渣から33種が同定できた。やはり特徴種として*B. bisanensis*が50%と群を抜き、*A. hataii*の7%が続いたが、3番目に特徴的な種は*Xestoleberis hanaii*の6%であった。

## 議論

河野ほか(2011)は、当該地点の2か所から計46種(N=448)の介形虫化石群を報告している。いずれも*B. bisanensis*が特徴種となるが、次いで*Aurila cymba*,

表1 更新統小串層から抽出した介形虫群のリスト

種名	A君	割合	受講生全体	割合	田中	割合
1 <i>Aurila cymba</i> (Brady, 1869)	0	0%	19	3%	5	1%
2 <i>Aurila hataii</i> Ishizaki, 1968	3	7%	39	6%	23	7%
3 <i>Bicornucythere bisanensis</i> (Okubo, 1975)	38	86%	401	66%	178	50%
4 <i>Bythoceratina subjaponica</i> Zhou, 1995	0	0%	0	0%	1	0%
5 <i>Callistocythere hayamensis</i> Hanai, 1957	0	0%	0	0%	5	1%
6 <i>Callistocythere hotaru</i> Yajima, 1982	0	0%	4	1%	2	1%
7 <i>Cobanocythere</i> sp.	0	0%	1	0%	1	0%
8 <i>Coquimba poga</i> Hu, 1986	0	0%	3	0%	1	0%
9 <i>Cythere nishinipponica</i> Okubo, 1976	0	0%	2	0%	1	0%
10 <i>Cytheromorpha acupunctata</i> (Brady, 1880)	1	2%	10	2%	7	2%
11 <i>Hemicytherura choeae</i> Kaseda et Ikeya, 2011 in Tanaka et al. (2011)	0	0%	2	0%	5	1%
12 <i>Hemicytherura cuneata</i> Hanai, 1957	0	0%	1	0%	0	0%
13 <i>Hemicytherura tricarinata</i> Hanai, 1957	0	0%	0	0%	1	0%
14 <i>Hemicytherura</i> sp. (juvenile)	0	0%	0	0%	3	1%
15 <i>Kotoracythere inconspicua</i> (Brady, 1880)	0	0%	1	0%	0	0%
16 <i>Loxoconcha tosaensis</i> Ishizaki, 1968	0	0%	25	4%	17	5%
17 <i>Loxoconcha harimensis</i> Okubo, 1980	0	0%	11	2%	9	3%
18 <i>Loxoconcha japonica</i> Ishizaki, 1968	0	0%	11	2%	8	2%
19 <i>Loxoconcha kitanipponica</i> Ishizaki, 1971	0	0%	0	0%	2	1%
20 <i>Loxoconcha pulchra</i> Ishizaki, 1968	0	0%	0	0%	2	1%
21 <i>Loxoconcha uranouchiensis</i> Ishizaki, 1968	0	0%	8	1%	11	3%
22 <i>Neomonoceratina delicata</i> Ishizaki et Kato, 1976	0	0%	4	1%	1	0%
23 <i>Neonesidea</i> sp. (juvenile)	0	0%	1	0%	5	1%
24 <i>Paradoxostoma setoense</i> Schornikov, 1975	0	0%	2	0%	0	0%
25 <i>Parakrithella pseudadonta</i> (Hanai, 1959)	0	0%	1	0%	2	1%
26 <i>Perissocytheridea inabai</i> Okubo, 1983	0	0%	2	0%	2	1%
27 <i>Pistocythereis bradyformis</i> (Ishizaki, 1968)	1	2%	17	3%	8	2%
28 <i>Pistocythereis bradyi</i> (Ishizaki, 1968)	0	0%	1	0%	0	0%
29 <i>Pontocythere kashiwarensis</i> (Hanai, 1959)	0	0%	1	0%	1	0%
30 <i>Pontocythere miurensis</i> (Hanai, 1959)	0	0%	4	1%	3	1%
31 <i>Pontocythere subjaponica</i> (Hanai, 1959)	0	0%	1	0%	0	0%
32 <i>Pseudoaurila japonica</i> (Ishizaki, 1968)	0	0%	1	0%	1	0%
33 <i>Schizocythere kishinouyei</i> (Kajiyama, 1913)	0	0%	2	0%	0	0%
34 <i>Semicytherura kazahana</i> Yamada et al., 2005	0	0%	2	0%	2	1%
35 <i>Semicytherura miurensis</i> (Hanai, 1957)	0	0%	0	0%	1	0%
36 <i>Semicytherura</i> sp. (juvenile)	0	0%	2	0%	2	1%
37 <i>Spinileberis quadriaculeata</i> (Brady, 1880)	0	0%	12	2%	19	5%
38 <i>Trachyleberis nitsumai</i> Ishizaki, 1971	0	0%	5	1%	4	1%
39 <i>Xestoleberis hanaii</i> Ishizaki, 1968	1	2%	11	2%	20	6%
Total	44		607		353	

表2 ユークリッド平方距離 (Squared Euclidean Distance) を用いた現世アナログの結果

抽出者	地域	経度(N)	緯度(E)	最大底水温	最小底水温	水深	SED値	
実習生	Sendai Bay	NE Honshu	141.01	38.04	14	9	28	0.014
田中	Sendai Bay	NE Honshu	141.01	38.04	14	9	28	0.040

表3 コード平方距離 (Squared chord distance) を用いた現世アナログの結果

抽出者	地域	経度(N)	緯度(E)	最大底水温	最小底水温	水深	SCD値
実習生	Korean Peninsula Korea	129.43	35.42	14.0	11.0	61.0	0.465
田中	Osaka Bay SW Honshu	135.28	34.40	28.9	5.9	9.0	0.613

*Loxococoncha harimensis* と続く。また、*B. bisanensis* の全体に占める割合も、45% および 36% 程度と、今回の我々の結果と異なっていた。微化石を統計学的に扱う際、200 個体程度抽出すれば、おおよそ母集団を代表することができることは、実験的（池谷，1971）にも、統計学的（石崎，1978）にも指摘されている（一方、400 個体以上抽出すべきとの意見もある。例えば、Horne and Slipper, 1992 および Boomer et al., 2003）。従って、本研究と河野ほか（2011）の結果の違いは、試料を採取した層準の違い、あるいは同一層準でも水平方向の違いによるものと思われる。

同一試料から拾い出した受講生全体のデータと筆頭著者のデータ間のピアソンの相関係数を求めたところ、0.99 という非常に高い正の相関値が得られた。一方、スピアマンの順位相関係数は 0.64、ケンドールのタウ係数は 0.51 と幾分低い値となった。このことは、多数派（特徴種）の第 1 位、第 2 位が同じでも、少数派の種の順位には、入れ替わりが幾分起きていることを示しており、先述の結果と整合的である。この問題を解決するためには、微化石を統計的に扱う際には 400 個体以上を拾い出すのが良いという、先述の Horne and Slipper (1992) および Boomer et al. (2003) の意見を取り入れたほうがよさそうである。

Overpeck et al. (1985) は、第四紀の花粉化石群に現世アナログ法を当てはめ、当時の環境を「復元」した。その後、Ikeya and Cronin (1993) によって、現世アナログ法は介形虫化石群にも用いられ、Tanaka and Nomura (2009) によって、マイクロソフト社のエクセル上で動作するように改良された。現世アナログ法は、現生のサンプル地点が多ければ多いほど精度が増す。Ikeya and Cronin (1993) の 273 地点から追加された現生のサンプル地点数は、現時点で 537 地点である（図 1）。実習生および筆頭著者のデータをもとに、Overpeck et al. (1985) が、特定の種に重みづけをおこなわない非類似度係数として挙げた 1 つ、ユークリッド平方距離 (Squared Euclidean Distance) による結果を表 2 に示す。評価の基準となる SED 値は 0.015 以下 (Overpeck et al., 1985 の Table 2) で、これをクリアするのは、実習生の結果であった (SED 値 = 0.014)。実習生と筆頭著者でのアナログ結果は一致しており、推定される水深は 28m であった (表 2)。一方、特定 (少数派) の種のシグナルやノイズを拾う非類似度係数として挙げたコード平方距離 (Squared chord distance) では、評価の基準となる値は 0.15 以下である (Overpeck et al., 1985 の Table 2) が、筆頭著者、実習生ともにこの基準には達しなかった。

これは、推定された水深の違い (実習生 61m, 筆頭著者 9m) にもクリティカルに現われた (表 3)。

## まとめ

限られた実習時間のなかで、微化石の有用性を講義するには、特徴種が全体の半数を占めるような小単層の介形虫化石は、良い教材の 1 つといえる。しかし、厳密に少数派のシグナルやノイズも考慮して古環境解析を行うには、個人個人が 1 つのサンプルについて、200 あるいは 400 個体を目安に抽出すること、そして、現生アナログ法を用いる際は、何よりも現世群集の地点数を増やすことが重要である。

## 謝辞

本実習で扱った試料を採取された故池谷仙之静岡大学名誉教授と、試料を有効活用できるよう私に託された池谷千恵子夫人に感謝申し上げます。また施設の使用を快諾していただいた逸見泰久熊本大学沿岸域環境科学教育センター長、実習指導の機会を与えていただいた小松俊文准教授に感謝の意を示します。

## 引用文献

- Boomer, I., Horne, D. J. and Slipper, I. J. (2003): The use of ostracods in palaeoenvironmental studies, or what can you do with an ostracod shell? in L. E. Park and A. J. Smith (eds.), Bridging the Gap: Trends in the Ostracode Biological and Geological Sciences. Palaeontological Society Papers, Vol. 9, 153–179.
- Horne, D. J., Cohen, A. and Martens, K. (2002): Taxonomy, Morphology and Biology of Quaternary and Living Ostracoda; in J. Holmes and A. R. Chivas (eds.), The Ostracoda: Applications in Quaternary Research. Geophysical Monograph 131, American Geophysical Union, Washington DC, 5–36.
- Horne, D. J. and Slipper, I. J. (1992): Letter to the editor: “Milankovitch cycles and microfossils: principals and practice of palaeoecological illustrated by Cenomanian chalk-marl rhythms” by Paul, C. R. — a comment. Journal of Micropalaeontology, Vol. 11, 241–242.
- 池谷仙之 (1971): 化石・現生小型有孔虫類の採集と検出法: 微古生物学実験 1. 静岡県地学会資料, No. 21, 1–31.
- Ikeya, N. and Cronin, T. M. (1993): Quantitative analysis of Ostracoda and water masses around Japan: Application to Pliocene and Pleistocene paleoceanography.

Micropaleontology, Vol. 39, 263–281.

石崎国熙 (1978) : データの処理. 高柳洋吉編, 微化石研究マニュアル. 朝倉書店, 東京, 129–140.

岩崎泰穎 (1984) : 微化石を教材に. 熊本地学会誌, No. 77, 8–16.

河野重範・辻本 彰・鵜飼宏明・入月俊明・野村律夫 (2011) : 熊本県天草市五和町の更新統小串層から産出した微化石群集とその古環境. 化石研究会誌, Vol. 44, 1–10.

小元 久二夫 (2014) : 酸素同位体比 ( $\delta^{18}O$ ) 分析から推論される MIS-11 以降における海岸段丘の形成期—既存研究のレビューと提言—. 地理誌叢, Vol. 55, 16–36.

Overpeck, J. T., Webb III, T. and Prentice I. C. (1985): Quantitative interpretation of fossil Pollen spectra: Dissimilarity coefficients and the methods of modern analogs. *Quaternary Research*, Vol. 23, 87–108.

Tanaka, G. and Nomura, S. (2009): Late Miocene and Pliocene Ostracoda from the Shimajiri Group, Kumejima Island, Japan: Biogeographical significance of the timing of the formation of back-arc basin (Okinawa Trough). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, Vol. 276, 56–68.

鵜飼宏明・廣瀬浩司・長谷義隆・田中基義・河野重範 (2010) : 小串層から産出した貝類化石群集. 御所浦白亜紀資料館報, No. 11, 11–15.

(2019年2月1日受理)

