

極域で採集された動物プランクトンネット試料を用いた 樹脂封入標本の試作報告

櫻井久恵^{1*}・佐野雅美¹・小達恒夫^{1,2}

Report on trial manufacture of resin specimen using polar zooplankton net samples

Hisae Sakurai^{1*}, Masayoshi Sano¹ and Tsuneo Odate^{1,2}

(2018 年 11 月 11 日受付; 2019 年 1 月 28 日受理)

Abstract: In order to effectively use the zooplankton sample obtained in the polar ocean which was the subject of waste disposal, a prototype of the resin-encapsulated specimen was prepared. Making of zooplankton resin encapsulated specimen is a new trial case. In the prototype, animals of various classification groups were used, but in the case of polychaetes, crustaceans, and fish, there were problems such as contraction of the body, generation of bubbles, generation of a layer by leachate. As a result of carrying out a process for avoiding these problems, it was possible to achieve a good finish with high transparency. Resin-encapsulated specimens are beautiful, have real size and shape, can be observed in many directions, are solids, are robust and lightweight and easy to transport, observers can use safely. These points are advantages as learning materials, and effective use is expected.

Keywords: polar zooplankton, resin specimen, study material

要旨: 廃棄対象となった極域海洋で得られる動物プランクトン試料を有効利用するため、樹脂封入標本の試作を行った。動物プランクトンを用いた樹脂封入標本の作製は今回が初の試みとなる。1 回目の試作では、様々な分類群の動物を用いたが、多毛類、甲殻類及び魚類の場合、体の収縮、気泡の発生、浸出液による層の発生といった問題があった。これらの問題を回避する処理過程を施したところ、透明度の高い良好な仕上がりにすることが出来た。樹脂封入標本は、美しく、原寸大のありのままの形状を多方向から観察が可能である、固体であり、堅牢で軽量であるため運搬が容易である、観察者が安全に使用できる。こうした点は、学習教材としての長所であり、有効活用が期待される。

キーワード: 極域動物プランクトン、樹脂封入標本、学習教材

¹ 情報・システム研究機構国立極地研究所. National Institute of Polar Research, Research Organization of Information and Systems, 10-3 Midori-cho, Tachikawa, Tokyo 190-8518.

² 総合研究大学院大学複合科学研究科極域科学専攻. Department of Polar Science, School of Multidisciplinary Sciences, SOKENDAI (The Graduate University for Advanced Studies), 10-3 Midori-cho, Tachikawa, Tokyo 190-8518.

* Corresponding author. E-mail: sakurai.hisae@nipr.ac.jp

1. はじめに

各種動物プランクトンネットを用いて採集された試料（以下、プランクトン試料と呼ぶ）には、多種多様の動物群が含まれる。国立極地研究所生物圏研究グループでは、南極観測事業や北極域で採集されたプランクトン試料を生物資料保存室で収蔵しており、国内外の研究者の要請に応じ共同研究に提供している。生物資料保存室には、過去数十年にわたる試料が保存されているが、毎年、新たな試料が追加されることから、収納スペースの限界が近づいている。そこで試料を分割し、減容することにより収納スペースを確保している。減容過程で発生する余剰試料は廃棄することになるが、極域海洋で得られるプランクトン試料は非常に貴重なものである。また、過去に大型ネットで採集された試料の中には、肉眼で観察することが可能なマクロからメガサイズのプランクトンや魚類が含まれており、その中には原形をとどめ、保存状態が良いものも含まれていることから、こうした余剰試料を用いて、小・中学生向けの学習教材への利活用を試みた。

通常、プランクトン試料は中性ホルマリンを使用して固定され、ガラス製標本瓶に入れて収蔵されている。ホルマリンは、飲み込んだり、皮膚に接触または蒸気を吸入したりすると、重篤な皮膚の薬傷・眼の損傷や、発がんのおそれ、アレルギー性皮膚反応のおそれ、呼吸器系への刺激のおそれがある毒物（CAS登録番号：50-00-0，RTECS番号：LP8925000，国連番号：2209，EC番号：605-001-00-5，EINECS番号：200-001-8）であり、取り扱いには排気装置の設備が必要である。また、ガラス製標本瓶は落下等によって容易に破損する。そのため、ホルマリンで固定された状態のガラス製標本瓶に入ったプランクトン試料を配布するだけでは、小・中学校でも利用しにくいと考えられる。

こうした状況を踏まえ、排気装置の設備のない教室でも容易に扱える、プランクトン標本の作製が望まれる。今回、極域動物プランクトンの樹脂封入標本を試作した。試行錯誤を経て良好な標本作製するに至ったので、その概要を報告する。

2. 樹脂封入標本試作状況

2.1 樹脂封入標本導入以前の一般公開の状況

毎年8月に行われる国立極地研究所一般公開期間中、生物圏研究グループでは、「南極海のプランクトンをみてみよう」を実施してきた。当初は、プランクトンの写真パネル等を利用していたが、実際の標本に間近に触れることが、より興味をひきやすいと考えた。一方で、来場者の中心年齢層が学齢前から小学校の子どもであり、安全で、肉眼でも観察しやすく、手に取れるプランクトン標本を使用する必要があった。

平成27、28年の一般公開では、アルコール固定標本を作成、冷蔵庫で保存し、蓋付きプラスチック製試験管に入れ替えて使用した（図1）。この標本では、有害な蒸気を吸入することは避けられた。しかしながら、液体の中に標本が入っているので、試験管を動かすたび

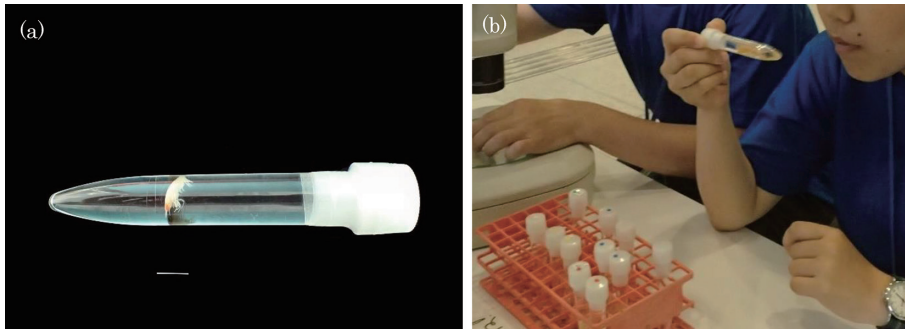


図 1 樹脂封入標本導入以前の平成 28 年度極地研究所一般公開での企画「海のプランクトンを見てみよう」の実施状況。(a) プラスチック製試験管に入った液浸標本. スケール = 10 mm (b) プラスチック製試験管に収納した液浸標本を見る参加者.

Fig. 1. Implementation status of “Let’s see the plankton in the Antarctic Ocean” during the Open House of the National Institute of Polar Research 2017 before the introduction of resin-encapsulated specimens. (a) Immersion specimens stored in plastic test tubes. Scale = 10 mm (b) Participants are watching immersion specimens stored in plastic test tubes.

に標本の向きが変わるために、観察してスケッチを描くには不向きであった。また、提供できる動物プランクトン標本は試験管の容量に依存することから、体サイズの大きな動物には不向きである。

近年、学習教材や展示用標本としての樹脂封入標本が利用されており（三橋，2006），樹脂封入標本の作製方法については、インターネット上で紹介されている（例えば，愛知県総合教育センター，<http://www.aichi-c.ed.jp/contents/rika/koutou/seibutu/se25/specimen/specimen.htm>）。しかし，対象動物は表面が乾燥した昆虫や脊椎動物の骨格標本や表皮構造が堅牢な動物の場合が多く，水分を含む動物の脱水法，樹脂置換時の気泡の発生や硬化の際の発熱による生物体の変性等，製作過程での課題は未だ克服されておらず，学校現場の教材作りとしては不適である（畑中，2013）との意見もある。小さく脆弱で水分を多く含み，ホルマリン固定液に浸された体長数センチ以下のプランクトン標本を対象とした作製例は報告がないことから，適した方法を探す必要がある。樹脂封入標本であれば，有害蒸気の吸入は避けられ，標本の位置が固定しているため観察にも適している。平成 29 年度からは，様々な分類群の動物プランクトン個体を用いて，樹脂封入標本の試作を実施した。

2.2 樹脂封入標本試作 1 回目

1 回目の試作では，中性ホルマリンで固定された通常のプランクトン試料を用いて，どの程度の樹脂封入標本が出来るかの確認と，どういった問題点があるかの確認を主目的とした。

様々な分類群の動物を用いて 35 個を製作したところ，多毛類，甲殻類及び魚類について

以下の問題点が判明した。図2にはこれら3群の問題点の症状を示した。

- ①多毛類 (図2 (a))： 動物体 (胴部・^{いぼあし}疣足) に縮れ及び胴部に気泡が発生した例。樹脂硬化の段階で、注入する樹脂の量が多すぎたため、発熱が起こり、動物体の変質 (収縮) したものと考えられた。
- ②甲殻類 (図2 (b))： 頭胸節上面を中心に気泡が生じた例。外骨格を持つ生物の場合、ホルマリンからエタノールへ置換する際、置換液が体内に入り込みにくいいため、脱水が不十分で、気泡が発生したと思われた。
- ③魚類 (図2 (c))： 樹脂と動物の間に浸出液による層が出来た例。前処理をせず、ホルマリン固定液浸標本を体表の水分を取った程度で、そのまま包埋したため、樹脂硬化の段階で、樹脂と動物の間に動物体内から浸出した液体による層が出来たと考えられた。



図2 試作1回目の品質の悪い標本例。(a) *Tomopteris* sp. 胴部・^{いぼあし}疣足に収縮が生じた。(b) *Euphausia superba* 頭胸節上面を中心に大量の気泡が生じた。(c) *Myctophidae* 樹脂と動物の間に浸出液による層が見られる。スケール：(a), (b), (c) = 10 mm.

Fig. 2. Sample specimen with a poor quality of the first trial manufacture. (a) *Tomopteris* sp., Shrinkage occurred in body part and parapodia. (b) *Euphausia superba*, A large amount of bubbles occurred around the upper thoracic surface. (c) *Myctophidae*, A layer of leachate is seen between resin and animals. Scale: (a), (b), (c) = 10 mm.

2.3 樹脂封入標本試作 2 回目

試作 1 回目で問題点が生じた上記動物 3 群について、考えられた要因の改善を目的とした。また、より観察しやすいように染色を施した。

- ①多毛類 (図 3 (a))： 溶液置換前に、眼科手術用メスで体節に切り込みを入れ、置換溶液の浸透を促した。また、エタノール置換の次にプロピレンオキシド置換を行った。樹脂への置換の際、泡が発生した場合、切り込み部分から泡を押し出した。試作 1 回目の発熱の起きた標本では 1 回の樹脂の注入量は高さ 5 mm 以上であったが、今回は高さ 3 mm 以内を目安とした。その結果、動物体の収縮はほとんど見られず、体長 71 mm の *Tomopteris* sp. では、良好な仕上がりになった。
- ②甲殻類 (図 3 (b))： 樹脂の浸透を促進させるため、多毛類と同様に、眼科手術用メスで節に切り込みを入れた。また、プロピレンオキシド置換を行った。その結果、体長 49 mm の *Cyphocalis* sp. では、気泡を減らすことが出来た。
- ③魚類 (図 3 (c))： 体長 108 mm の *Nototheniidae* など比較的大型の動物では、包埋する



図 3 試作 2 回目の標本例。 (a) *Tomopteris* sp. 収縮が生じなかった。 (b) *Cyphocaris* sp. 気泡が減った。 (c) *Nototheniidae* 樹脂の体内への浸透が良く透明度が高い。 (d) *Tomopteris* sp. 及び (e) *Rhincalanus gigas* ローズベンガルによる染色例。スケール： (a), (b), (c) = 10 mm； (d), (e) = 5 mm。

Fig. 3. Sample specimen of the second trial manufacture. (a) *Tomopteris* sp., No shrinkage occurred. (b) *Cyphocaris* sp., Bubbles decreased. (c) Penetration of *Nototheniidae* resin into the body is good, and transparency is high. (d) *Tomopteris* sp. and (e) *Rhincalanus gigas*, Dyeing example by Rose Bengal. Scale: (a), (b), (c) = 10 mm; (d), (e) = 5 mm.

前に、固定されていたホルマリン液を除去する必要が考えられた。今回は、ホルマリンからエタノール、さらにプロピレンオキシド置換を行った。その結果、樹脂と動物の間に動物体内から浸出した液体による層が見られず、良好な仕上がりにすることが出来た。

また、今回は、染色剤としてローズベンガル 1 種類を用いた。体長 14 mm の *Tomopteris* sp. (図 3 (d))、体長 9 mm の *Rhincalanus gigas* (図 3 (e)) 等で試し、良好な染色標本が作られた。

全体を通じて樹脂への置換の段階で発泡することがあり、真空装置での脱泡、もしくは柄付き針等で切り込み部分から泡を体外に押し出した。しかしながら最終段階の硬化で発泡する場合があり、完全解決には至っておらず、今後解決策を見出す必要がある。

なお、今回は透明感を増すための仕上げ研磨に、電動研磨機を導入することにより研磨時間を 1 回目よりも短縮することが出来た。

平成 29 年 11 月現在、2 回の試作により合計 8 カテゴリー、24 種類、59 個の標本を製作したので、様々な型で作った 8 カテゴリーの標本例を示す (図 4) とともに、これまでの樹脂封入標本リストを掲載する (表 1)。かいあし類の樹脂封入標本は今回初めて製作された。

3. 今後の活用について

平成 29 年 8 月に行われた国立極地研究所一般公開での生物圏研究グループの企画「海のプランクトンをみてみよう」で試作 1 回目、平成 30 年 8 月に行われた同企画「南極海のプランクトンをみてみよう」で、試作 1 回目及び 2 回目で作製された樹脂封入標本を使用した。来場者の児童から大人を対象に、樹脂封入標本を用いた観察、スケッチを行わせたところ好評を得た。このことは、樹脂封入標本が学習教材として有効なものとなる可能性を示唆する。

樹脂封入標本は美しく、原寸大のありのままの形態を多方向から観察可能であること、固体であり、堅牢で軽量であるため運搬が容易であること、観察者が安全に使用できることなど学習教材としての長所を持っている。また、封入対象を肉眼観察が可能なサイズの極域の動物で作成したことで顕微鏡の設置がない学びの場でも利用が可能である。この学習教材を教育の場に普及し、プランクトンを含む海洋生物に関心を持つ若い世代を育成することに貢献したいと考えている。

こうしたアウトリーチ活動での利用にとどまらず、大学院を含む高等教育での活用も考えられる。樹脂封入標本はルーペや実体顕微鏡下での観察が可能であるため、海洋生態系構成者として重要でありながら肉眼では観察が難しい最大級の種でも体長数ミリメートル程度であるかいあし類の観察にも使用できる。拡大装置の併用により、学生が日常ほとんど接することがないプランクトンとして出現する動物群への関心を喚起することが容易になる。今後は、観察者の使用環境に合わせた樹脂封入標本の観察方法を開発提案したい。この学習教材を用いて培われる広範な海洋プランクトンの基礎知識から醸成される生物分類技能を身に着

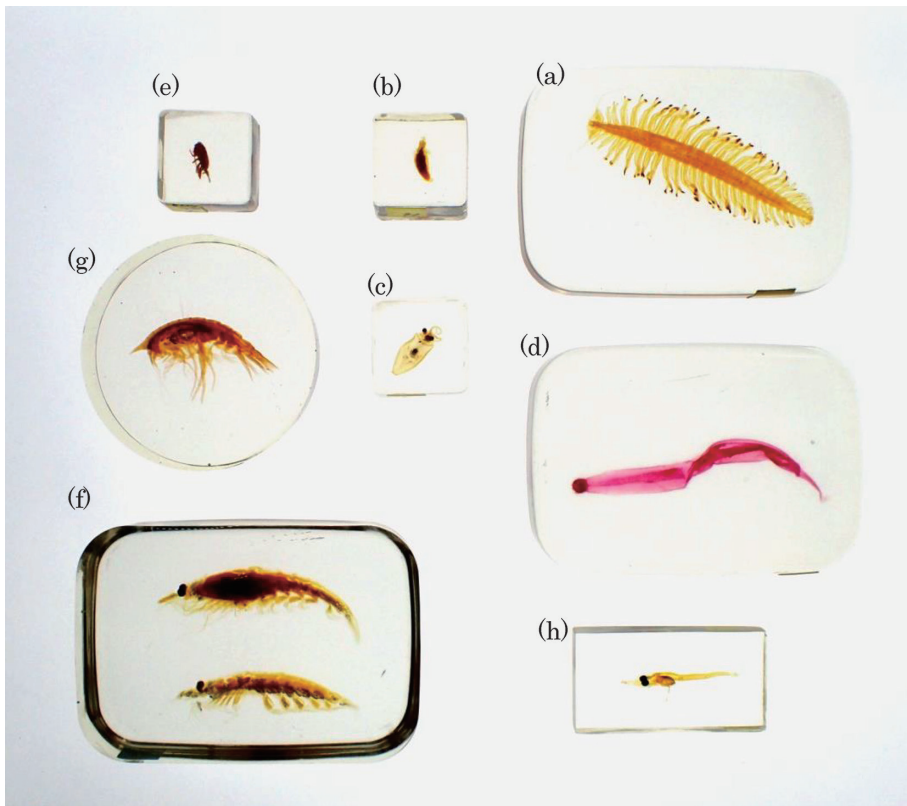


図 4 いくつかの異なる型で作成された 8 カテゴリーの動物プランクトン樹脂封入標本例.
 (a) POLYCHAETA, (b) PTEROPODA, (c) DECAPODA, (d) CHAETOGNATHA,
 (e) COPEPODA, (f) EUPHAUSACEA, (g) AMPHIPODA, (h) CHORDATA

Fig. 4. Sample specimens of some mold types of eight category zooplankton. (a) POLYCHAETA, (b) PTEROPODA, (c) DECAPODA, (d) CHAETOGNATHA, (e) COPEPODA, (f) EUPHAUSACEA, (g) AMPHIPODA, (h) CHORDATA

けた研究者が育つことは、我が国の極域海洋生態系研究のレベルアップにつながると期待される。

謝 辞

本稿を執筆するにあたり、国立極地研究所生物圏研究グループの皆様に様々なご指導、ご支援を受けた。深く感謝いたします。

表 1 極域動物プランクトン樹脂封入標本リスト (平成 29 年 11 月現在).

Table 1. Polar zooplankton resin specimen list (as of November 2017).

| Category | Family | Species name | Sex/ stage | Number of resin specimen |
|--|----------------|---|--|--------------------------------|
| POLYCHAETA | Tomopteridae | <i>Tomopteris</i> sp. | | 6 |
| | - | POLYCHAETA | | 2 |
| PTEROPODA | Clionidae | <i>Clione</i> sp. | | 4 |
| DECAPODA | - | DECAPODA 1 | | 1 |
| | - | DECAPODA 2 | | 1 |
| CHAETOGNATHA | Eukrohniidae | <i>Eukrohnia</i> sp. | | 2 |
| | Sagittidae | <i>Sagitta</i> sp. | | 3 |
| COPEPODA | Calanidae | <i>Calanus propinquus</i> Brady, 1883 | F | 1 |
| | | <i>Calanoides acutus</i> (Giesbrecht, 1902) | CV | 1 |
| | Rhincalanidae | <i>Rhincalanus gigas</i> Brady, 1883 | F | 5 |
| | Euchaetidae | <i>Paraeuchaeta</i> spp. | F | 5 |
| | Aetideidae | <i>Euchirella rostromagna</i> Wolfenden, 1911 | F | 2 |
| | | Aetideidae | F | 1 |
| | Metrididae | <i>Metridia gerlachei</i> Giesbrecht, 1902 | F | 1 |
| | - | Calanoida | F | 1 |
| | EUPHAUSIACEA | Euphausiidae | <i>Thysanoessa macrura</i> G.O. Sars, 1883 | F/M |
| <i>T. vicina</i> Hansen, 1911 | | | | 1 |
| <i>Euphausia superba</i> Dana, 1850 | | | F/M/ Juv | 5 |
| <i>E. triacantha</i> Holt & Tattersall, 1906 | | | F | 2 |
| AMPHIPODA | Cyphocarididae | <i>Cyphocaris</i> sp. | | 2 |
| | Cyllopodidae | <i>Cyllopus</i> sp. | | 4 |
| | Hyperiidae | <i>Themisto gaudichaudii</i> Guérin, 1825 | | 5 |
| CHORDATA | Myctophidae | Myctophidae | | 1 |
| | Nototheniidae | Nototheniidae | | 3 |

“-” indicates unknown family.

“Juv” indicates Juvenile.

“CV” indicates copepodid V stage.

文 献

- 愛知県総合教育センター：水生生物の樹脂封入標本の製作。理科・CST の広場 高等学校生物。 <http://www.aichi-c.ed.jp/contents/rika/koutou/seibutu/se25/specimen/specimen.htm>, (参照 2019-01-17).
- 畑中恒夫 (2013): 透明骨格標本の樹脂封入法について. 千葉大学教育学部研究紀要. **61**, 421-425.
- 三橋弘宗 (2006): 博物館と生態学 (1) 生態系の仕組みを展示する. 日本生態学会誌. **56**, 95-98, doi: 10.18960/seitai.56.1_95_2.