

# 透明標本をつくろう

天野 兆

標本が放つ無言の説得力と、圧巻の美しさに感動した。きっとみんな思ったことがあるだろう。あの美しさを手元に置いておけたらなんて素敵だろう。あの姿を眺め続けたい、と。目黒寄生虫館へ行ったら、大量のホルマリン漬けが歓迎してくれた。北海道でタンチョウを見に行ったら、タンチョウが卵を保温しているときの中の状態を模型にし、展示していた。オオムラサキの幼虫を見に行ったら、色々な動物の剥製や虫の標本が時に規則正しく、時に自然を表した形で設置されていた。そうだ。全人類が思ったことだろう。標本をつくろう。

自然の美しさを保存しておくことはできない。標本になってしまったものはすでに生命の凍とした鼓動を失い、側だけが残っている。目は輝きを失い、毛穴は硬直、段々と劣化し、世界に蝕まれて、なくなってゆく。だが、その劣化を遅くすることはできる。永遠を求めてはいけない。ただ、我々人類は、彼らの美しさに息を呑み、探求し続け、太陽へさえ手を伸ばそうとするのみ。焼け落ちようと本望。然すれば、いつかはきっと…。

長い茶番にお付き合いいただきありがとうございました。

## ・はじめに

透明標本や樹脂標本を知っているだろうか。そう、下の写真のようなやつのことである。



{ [新世界] 透明標本 new world transparent (本の表紙) }

透明標本とは、ホルマリン固定した生物を透明にして軟骨と硬骨に染色をし、液体に漬けてある標本のこと。

これをつくってみよう。中身は、ちみちみと私がコレクションしてきた家周辺に落ちていた干からびたかえるとヤモリとトカゲ、買ったホタルイカと小魚、そして本命の卵の胚（保温5日目）を使う。

標本をつくることで、対象となる生物のそのままの状態の骨格、内臓を観察す

ることを目標とする。

また、透明標本をつくったら、グリセリンとチモールを混ぜた液体につけておくのだが、それをレジンで固めてしまうことにした。その方が全方位からの観察が容易で、保存、持ち運びも容易だからだ。

(標本の中身のことをこれから対象と言います。この中でだけのことで、公式な呼び名ではありません。)

今回の標本の作成は、かのんちゃんと合同でおこないました。一緒にやれてほんっとに良かったです。一人でやっていたら確実に挫折していました。

## ・用意するもの

### 1.対象となる生物

原料となる生き物。透明標本は薬剤に浸けまくってつくるので、手のひらより大きい、または分厚いと薬剤が浸透しないので難しい。なので、大きすぎない生物を使う。

### 2.ph試験紙

学校の理科の授業でよく使うものと同じ。PHが重要なポイントになってくるので、いいPH試験紙を使うといい。

濡らしてから時間が経つとPH試験紙が変色してしまうのですぐにPH値を確認するようにする。

### 3.ホルマリン固定液 (10%)

ホルムアルデヒド水溶液  $\text{CH}_2\text{O}$

(ホルマリン) 無色透明、刺激臭有。

※臭いと感じるとホルマリンが室内に充満している。ホルマリンの匂いを感じないように注意する。人体に害があるので嗅いではいけない。直に皮膚に接触しても、刺激性があるので注意すること。子供は大人と一緒に扱うこと。手袋や保護メガネをすること。

標本の保存液以外に、樹脂、樹脂接着剤、塗料、合成ゴムの原料になる。

### 4.無水エタノール

ほぼ水を含まない純度の高いエチルアルコール。純度が高いので強そうだが、すぐに蒸発してしまうので、消毒には向かない。

中3は授業でやったように、アルコールには

- ・メチルアルコール (メタノール)
- ・エチルアルコール (エタノール)
- ・イソプロピルアルコール

の3種類がある。手指消毒用のアルコールはエチルアルコール。また、メチルアルコールは身体に害を及ぼすから飲んではいけない。

ホルマリンはこのメチルアルコールからできているので、もちろん飲んではいけない。消毒効果有。

### 5.氷酢酸

## 6.アルシアンブルー液 PH2.5

軟骨を染色するために使う。PHによって染色されたりされなかつたりするので注意。イオン結合する。

## 7.ホウ砂

鉱物の一種

## 8.トリプシン

すいえき すいぞう  
膵液（膵臓から分泌される消化液。）に含まれる消化酵素の1種。分子の内側を分解する。

対象のタンパク質を分解し、透明にするために使う。PH9.0 温度35°C~40°Cの時に1番分解が促進されるので、温度とPHを保つのが重要。この段階では、私の孵卵器に入れておこうと思っている。

## 9.アリザリンレッドS

硬骨を染色するのに使う。カルシウムと結合する色素。セイヨウアカネという植物の根から採取される。

## 10.水酸化カリウム（粒状）

白色の結晶。

## 11.グリセリン

無色透明の液体。保湿力があるので、化粧品とかによく入っている。

グリセリンは甘いらしい。高いティッシュに入っているから、高いティッシュは甘いと言われている。

## 12.レジン

UVレジンは高いので、クリスタルレジンを使う。クリスタルレジンにはUVではなく、硬化剤を混ぜて硬化させる。厚い物でも、放置しておけば硬まるので大きいものをつくるのに向いている。

## 13.その他

タッパー（対象を漬ける工程がたくさんある。その時に使う。）、ピンセット（何かと必要）、コンパウンド等の研磨剤（レジンを磨くのに使う）、やすり（やする）、精製水

## ・つくり方

### 1.ホルマリン固定

表1 ホルムアルデヒドによる蛋白質の架橋反応(固定)の原理

①ホルムアルデヒドのメチレンジグリコール化	$H-CHO + H_2O \rightarrow HO-CH_2-OH$
②ヒドロキシメチル基形成	$R^1-NH_2 + HO-CH_2-OH \rightarrow R^1-NH-CH_2OH + H_2O$
③メチレン架橋	$R^1-NH-CH_2OH + H-R^2 \rightarrow R^1-NH-CH_2-R^2 + H_2O$

①ホルムアルデヒドは水溶液中では水和化してメチレンジグリコールの形をとる。②蛋白質分子の遊離アミノ基がメチレンジグリコールと反応する。③ヒドロキシメチル基が近傍の蛋白質分子のペプチド結合と反応する。

10%ホルマリン固定液に標本の対象となる生物を漬けて、タンパク質の固定をする。24時間～48時間。

ホルマリン漬けは正確にはホルマリン固定という。

#### ・超ざっくりホルマリン固定の原理

生物の体の組織をホルマリンにつけて、生きている細胞の生命維持と細胞増殖のための反応（生化学反応）を止める。また、殺菌効果もあるので、微生物なども繁殖しなくなる。ホルマリン固定することで、常温でも長期間の保存が可能になる。

このページの下↓ 固定の原理。

#### ・10%ホルマリン固定液の作り方

ホルムアルデヒドを1：10で薄める。

ホルムアルデヒドを買うと37%などと書いてるが、気にせずに10倍する。

## 2.水につける

1.で固定した対象を水に24時間～48時間漬けて無駄なホルマリンを取り除く。その後、対象の目を針などで刺しておくともの中への薬剤の浸透が楽になるから良い。

## 3.脱水する

無水エタノールを希釈して、50%エタノールをつくっておく。対象を50%エタノールに24時間、その後無水エタノールに24時間つけておく。

これを行うことで対象の中にある無駄な水分を除去しておく。水分が残っていると、この後の薬剤の浸透がうまくいかない。

## 4.軟骨の染色

アルシアンブルー液を用いて軟骨の染色をする。

アルシアンブルー：氷酢酸＝4：1

の混合液①を用意する。①に

①：アルシアンブルー＝125：1

の割合になるようにアルシアンブルーを添加し、かき混ぜる。

①に対象を2～24時間漬ける。長く漬けすぎると、酸によって硬骨が溶けてしまうので、軟骨が染まったタイミングを見極めて素早く取り出す。

アルシアンブルーが最も綺麗に染色するのはPH<sub>g</sub>2.5の時である。なので、混合液のPHを保つ。

そのためには、液に対して対象を入れすぎない。慎重に行う。また、液を再利用しすぎない。再利用する際はPHを確認するように注意する。

## 5.中和

ホウ砂飽和水溶液を使って対象の中和を行う。ホウ砂飽和水溶液は水にホウ砂を溶け切るまで添加するとできる。PHは9になる。ホウ砂飽和水溶液に対象を1日つけておく。この水溶液のPHにも注意する。

## 6.トリプシン

ホウ砂飽和水溶液：水＝7：3

の混合液②に

100：1＝②：トリプシン

となるようにトリプシンを添加する。②に中和を終えた対象をつけて、対象を透明にしていく。

透明になったら液から取り出す。長いものは透明化に1ヶ月かかることもあるという。

## 7.硬骨の染色

軟骨の染色の前に、トリプシン処理を終えた対象を水（もし対象が10gなら1L程度）につけて余分なトリプシンを取り除いておく。これが十分にできていないと分解が進み過ぎてしまう。

精製水：水酸化カリウム＝100：1

の1%水酸化カリウム水溶液③をつくる。500mlの③にアリザリンレッドSを耳かき3すくいほど添加する。この液を④とする。

④に対象を漬ける。脊椎骨が染まったら取り出す。時間はものによって違う。長いものは48時間つけても完全にはつかからない。水酸化カリウムにつけすぎると対象がぼろぼろになってしまうので、これもつけすぎに注意。

## 8.透明化②

7.を終えた対象を水に1時間漬けて、余分な染料を除去する。

その後、1%水酸化カリウム水溶液に漬けてメラニン色素の除去とタンパク質の分解をおこなう。対象の目の色が取れた時が終了の目安。これによって完成した対象の目が綺麗になるそう。

水酸化カリウムはつけすぎるとタンパク質が溶け過ぎてしまうので、工程が完了したら素早く取り出す。また、液が茶色くなってきたら液の交換を行う。

この後は、グリセリンにつけていく。グリセリン：水酸化カリウムのグリセリンの量をだんだん多くしていき、最終的にはグリセリンにつけて沈んだら終わりとなる。グリセリンにつけることで透明度がます。

その後完成した標本を液体につけておきたい場合は、グリセリンにチモールを添加したものに対象を漬けて瓶に詰める。

・標本を綺麗に完成させるには、とにかくPHに注意し、こまめに目を皿にして観察して、標本を液につけすぎないことがポイントになりそうだ。

## ・標本のこと

せっかく標本をつくるのだから、少し詳しくなろう。

・そもそも標本とは

”動物学、植物学、地学などの研究や教育に使うために、長期間保存できるように処理した生物の体や、その一部、および岩石、鉱物などをいう。生き物の標本は主に、乾燥標本、液浸標本、プレパラートに大別できる。”（世界大百科辞典より一部引用）

## ・標本の種類

・昆虫標本

昆虫は、外骨格で覆われているので、乾燥させて固定するだけで長期保存が可能な標本を作成することができる。

昆虫収集によって得られた昆虫の研究や分類学の研究のための標本だったが、観賞用やコレクションになることも多い。

・<sup>さくよう</sup>腊葉標本

押し葉標本とも言われる。

小さい頃よくつくる押し花とつくり方は同じ。

・骨格標本

骨のみを取り出し組み立てたもの。硬い骨格が発達する生物に使われる。保存性がよく、分類学にもとても有用。（歯や頭蓋骨などをみるため）

生物学でも歯の擦り減り具合などをみて、年齢を推定したりする。サンゴの骨格からもとてもたくさんの情報が得られるため重要らしい。

#### ・剥製標本

動物の表皮を剥がして内臓を取り除き、防腐処理をしたあと、代わりに詰め物をする。展示用になっているものは義眼をはめられているが、研究用のものにははめないらしい。

#### ・透明標本

生物の骨格を観察するために骨を染色してつくられる標本。

骨格標本にするのが難しいが、プレパラート標本にするまで小さくない生物、特に魚類にとっても有用な方法。

#### ・<sup>えきしん</sup>液浸標本

ホルマリンなどにつけて保存する方法。時間の経過とともに色が抜けてしまうが、色々なものを保存することができる。

目黒寄生虫博物館のホルマリン漬けも白くなっていた。

比較的ふにふにとした柔らかいものを保存する時に使うことが多い。

#### ・樹脂標本

北海道修学旅行の時にたくさん目にした。また、食と農の科学館では、花がたくさん樹脂標本になっていた。

標本にしたいものを樹脂に入れて固めたもの。標本に直接触れることができないので、観賞用以外にはあまり使われない。

#### ・プレパラート標本

理科の授業の時にたまに見る標本。微生物や組織などをスライドガラスに貼り付けて、カバーガラスで封じたもの。永久プレパラート（凝固するものを入れて、保存可）と、一時プレパラート（その時だけ見れる）がある。

#### ・化石標本

アンモナイトなど。地層時代に生息していた生物や、その活動の痕跡のことをいう。古い地層の中でよく発見される。

#### ・岩石標本

鉱石など。

#### ・最後に

今回標本づくりを始めたのは、つくってみたかったから。なぜ今回透明標本を選んだかというと、外側ではなく内側を、特に骨をみたかったから。透明標本だと軟骨も綺麗に残っていて、観察することができる。

自分の命の糧にするわけではなく、生き物を殺して（かえるなどは自然死していた物を拾ってきたが）標本にする今回の行為は果たしていかななものかとも思う。命を刈り取るときは手が震える。

昔保存された病気で死亡した人間の体の部位の標本から抗体を得ることに成功したという。このように昔のデータを得るためにも標本は役に立つ。パターンもあるけれども。

受験終わってから手をつけたので、間に合わなかった。間に合わせたかった。まだ全然できていないので、完成したら学校へ見せにいきます。

標本の制作 共同；かのんちゃん

協力：つつちー、かとちゃん、南アルプス子供の村中学校

参考資料：改良二重染色法による魚類骨格標本の作成 (PDF) / 作り方を学ぶ ゆめいろ骨格堂 | 神畑養魚株式会社 / ホルムアルデヒド水溶液 ホルマリン | 製品情報 | 三菱ケミカル株式会社 / 工業用エタノールほか【高杉製薬】ご購入 | メタノールも | Q & A / アルシアンブルー染色 | コスモ・バイオ株式会社 / アリザリンレッドS | 富士フィルム和光潤薬株式会社 / 水酸化カリウム / 組織染色における固定化まとめ | 知っておきたい！タンパク質実験あれこれ 第18回 / 固定 病理医に必要なワンポイント病理技術 / ホルマリンだけでは固定されない / あの少し怖いホルマリン漬け標本、実は定説を覆す「宝の山」でした！ / 水酸化カリウム (KOH) / トリプシンとは / メチレングレコールとは / バイオカフェレポート 「『すごい』『すごい！何これ！？』を引き出す魚の透明標本の活用～進化生物学研究所の活動から」 /

画像引用：Amazon [新世界] 透明標本 new world transparent / artscape  
フォーカス 本草学の眩暈——人と諸事物の歴史 /