綜　報　Review

プラスチックを使用した新しいモデリング法

——アルギン酸印象材と即時硬化性アクリル樹脂を用いた複製模型作製法——

蜂矢喜一郎*・水野吉昭**・松橋義隆***

Modeling Method with Alginate Impression Material and Acrylic Resin

Ki-ichiro HACHIYA*, Yoshiaki MIZUNO** and Yoshitaka MATSUHASHI***

(Abstract)

A modeling method with alginate impression material and acrylic resin is presented. This method is superior to the previously developed methods which are using silicone impression material and plaster in its easy and excellent way.

Problems to be solved in future are how to apply the method for following cases, *i. e.*, modeling on materials with larger size, coloring of models and lightening of weight of them.

1. ま え が き

生物学・古生物学の研究において，骨格標本や化石脊椎動物の復元骨格，あるいはその他の標本についても，モデリング（複製模型の作製）の必要に迫られる場合がある．ことにその標本数が少なく貴重な場合には不可欠である．

最近では各種印象材等の普及により，かなり容易にできるようになったが，まだその適用には限界がある．また，これらに関する資料も現在までのところあまり公表されておらず，各研究者が独自に考案して行っているのが現状である．

現在最も普及しているのはシリコンラバー印象材と超硬石膏を用いる方法である．この方法は非常に精度の良い模型ができる優秀な方法であるが，シリコンラバー印象材は高価で保存が難しく，また超硬石膏も標本の薄い部分では非常に割れやすく，着色が難しいという弱点がある．

今回筆者らは“アルギン酸印象材”と“即時硬化性アクリル樹脂”を使用する方法により，従来よりも容易に精巧で丈夫な複製模型を作製することができたのでここに報告し，参考に供したい．

* 愛知学院大学歯学部第2解剖学教室　Department of Anatomy, School of Dentistry, Aichi-Gakuin University, Nagoya

** 木村刃物製造株式会社　Kimura Knives Co. Ltd.

*** 三友産業株式会社　Sanyu Sangyo Co. Ltd.

1980年8月4日受理

2. 作　製　法

a. 最近の印象材及び模型材について

まず作製法を述べる前に今回使用するものも含めた現在主に使用されている印象材及び模型材の簡単な説明と比較を第1表・第2表に示しておく.

第1表 印象材の種類と性質

印象材の種類＼性質		寸法精度	表面精度	分離性	弾性	保存期間	価格	練りやすさ	備考
エラストーマ系	シリコーンラバー系	良好	良好	良好	優秀	短期	高価	容易	現在最も多く使われている印象材
	ポリサルファイドラバー系	良好	良好	劣る	優秀	長期	高価	困難	練和がきわめて難しい
	ポリエーテルラバー系	良好	良好	良好	やや硬い	短期	高価	困難	印象材の中で精度に関しては最高
ハイドロコロイド系	アルギン酸系	良好	やや劣る	良好	優秀	粉状は短期 液状は長期	安価	容易	軟らかい上に弾性があるため標本をこわさない
	寒天系	良好	良好	良好	やや もろい	長期	安価	容易	一度に大量に使用可能，今後最も期待される

第2表 模型剤の種類と性質

模型剤の種類＼性質		硬度	変形率	透明度	硬化時間	価格	備考
石膏系	普通石膏	軟かい	低い	無し	速い	安価	模型作製には軟らかすぎて不適当
	硬石膏	やや硬い	低い	無し	速い	安価	ハイドロコロイド系印象材に親和性がある
	超硬石膏	硬い	低い	無し	速い	安価	エラストーマ系印象材に親和性がある
合成樹脂系	メタアクリル酸系	硬い	低い	優秀	速い	高価	きわめて安定性の高い樹脂，最高の性質をもつ
	ポリエステル系	やや硬い	低い	やや濁る	遅い	高価	メタアクリル酸系の次に良い性質をもつ
	エポキシ系	硬い	低い	やや濁る	遅い	高価	安定性高いが硬化がきわめて遅い
	ポリウレタン系	軟かい	高い	無し	やや遅い	高価	変形率高いが軽量なため大型模型作製に使用

b. 原標本の具備すべき条件

原標本の大きさはアルギン酸印象材の練れる範囲ならどんな大きさでも可能である．しかし初心者は印象材の量が少ない方が操作が簡単である．大きさとしては5 cm～10 cm 立方の範囲のものから始めるのが無難であろう.

一般に原標本の形態として一番簡単なものは片面の印象を採ればすむ平面的な形態のものである．これは小さな標本であれば，練った印象材をはりつけて，はがすだけで印象は採れる.

しかし，これが立体的になり，形態が複雑になればなるほど印象を採ることは困難になる．したがって形態はできるだけ単純なものがよいが，複雑なものでも後述する分割印象を行うことによりかなり精巧な印象が採れる．

原標本が脆く，壊れやすい場合は印象を採ることはこのままでは不可能である．しかしこの問題はあらかじめ原標本を補強剤等で補強できれば解決できる．今回使用したアルギン酸印象材はかなり軟かいため，原標本の破損率がきわめて低く，この点に関しては安心して使用できる印象材である．

原標本が水分吸着性のあるもの，たとえば非常に乾燥した骨，珪藻土，凝灰岩等のものは印象材が標本に付着することもあるので標本をあらかじめ水に浸しておくか，分離剤を塗布しておく必要がある．

c. 使用器具及び材料

印　象　時

アルギン酸印象材（商品名：アルジックス，アルジエース，テクニコール等）
普通石膏
アルミ箔
ボール紙（紙箱）
マジックペン
石膏ヘラ
小刀
カッターナイフ
ワセリン
ラバーボール

模型作製時

即時硬化性アクリル樹脂（商品名：G—C社オストロン100）
やすり
小筆
サンドペーパー

これらの材料の中で，アルギン酸印象材，即時硬化性アクリル樹脂については最寄りの歯科材料店あるいは歯科大学の購売等で簡単に購入することができる．殊に歯科大学の購売では学生用教材として材料が小袋に入れて販売されているのでこれを購入すると便利である．

d. 雌型の作製（印象採得）

前にも述べたように立体的な標本の全体印象を採ろうとする場合は一つの標本をいくつかに分けて行う分割印象が必要である．標本の形態の複雑なものほど分割個数を増さなければ精度の高い模型はできない．

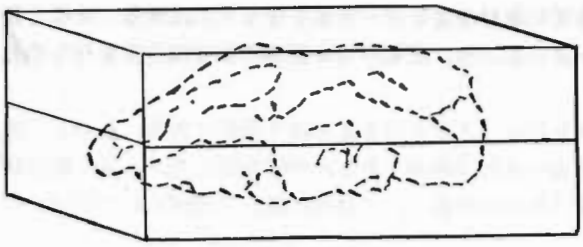
今回はホンドイタチ（*Mustela sibirica itatsi* TEMMINCK）の頭蓋骨標本を用いてその方法を説明する．

i. 石膏による分割トレーの作製

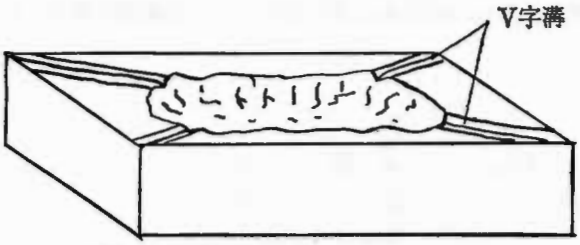
分割面を重要な部分を避けた最も目立たない，しかも印象のはずしやすい部位に設定する．イタチの頭蓋骨では左右の頬骨弓を結んだ線を分割面とすると適当である（Plate 8, Fig. 1）．

次に原標本を凹凸ができるだけ少なくなるようにアルミ箔で包む（Plate 8, Fig. 2）．そして第1図のように，アルミ箔で包んだ標本が入るような蓋つきの紙箱をボール紙で作る．既成品があればそれを用いてもよい．

練った普通石膏を，用意した箱の片側に満たし，そこへアルミ箔で包んだ標本を分割面の深さまで入れる．この場合アルミ箔の外側に分割面を書き入れておくとよい．普通石膏の硬化しないうちに分割表面を小刀等で平坦にしておくと後の操作が楽である．この時に後で分割印象が元の位置に正確に収まるように石膏の四隅に第2図のようにV字状の切れ込みを入れる．（石膏の硬化を促進するには少量の食塩を入れるとよい）．石膏が硬化したらもう一度分割表面



第1図 標本の入る紙箱



第2図 石膏の表面に切り込みを入れた状態

を平滑にしてワセリンを塗布する．次に箱のもう一方に練った石膏を満たし，それを重ねて箱を合わせて回りをひもで縛って固定する．石膏が硬化したらひもをはずして中から標本をとりだす．この時に箱の横側に上下に渡る“印”を入れておくと模型材注入の際，箱の前後を誤らず元の位置に収めることができるので便利である．

このままではこの石膏面にアルギン酸印象材が付着しないため，保持孔を石膏面にあける（Plate 8, Fig. 3）．保持孔はドライバーのようなもので石膏の内面から箱の外に向けて均一に多数あけるとよい（保持を更によくして印象精度をあげるためにはこの石膏を天日で2～3日乾燥させると石膏が吸着性を増すのでよい）．

ii．アルギン酸印象材による印象の採り方

イ．アルギン酸印象材の種類と使用法

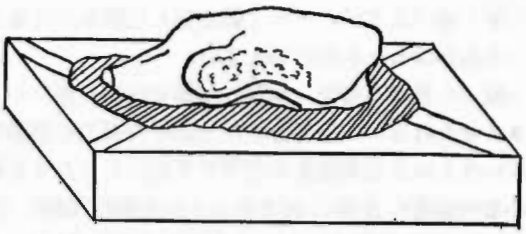
ここで使用しているアルギン酸印象材は歯科用である．種類としてはペーストタイプ（液状）とパウダータイプ（粉状）がある．ペーストタイプはラバーボールに印象材と水と石膏を5：2：1の割合で入れて，石膏ヘラでクリーム状になるように練る．パウダータイプは商品の規定量の粉と水をラバーボールに入れ，始めは水と粉が均一になるように練り，次第にヘラでラバーボールの壁に押しつけるようにして気泡をぬく．ペーストタイプ，パウダータイプともにここまでの操作を1分以内に行う．印象操作はその後の1分以内に行う．硬化は練りはじめてより5分程度で完了する（印象材の硬化を遅らせたい場合は使用する水の温度を下げるとよい）．商品によっては硬化終了を印象材の色の変化によって標示する便利なものもある（商品名：アルジックス，テクニコール等）．

一般に，ペーストタイプはパウダータイプに比べて練りやすいので，初心者向きである．また大型標本の印象を採る場合も練り易さの点でペーストタイプの方が楽のようである．

ロ．印象の採り方

分割トレーの中に標本をもう一度収めて分割面でぴったり合うかどうか確認する．標本の壊れやすい部分や，印象を採る時に精度に悪影響を及ぼす部分に，湿らせて固めたティッシュペーパーを詰める．イタチの頭蓋骨では頬骨弓と梨状口，後頭窩などへ詰める（Plate 8, Fig. 4）．

次に分割トレーの片面に練った印象材を入れる．標本の細かい部分にも印象材を指で塗りつけて，気泡が入らないようにする．そして第3図のように分割面の位置まで分割トレーの中に埋める．印象材が硬化



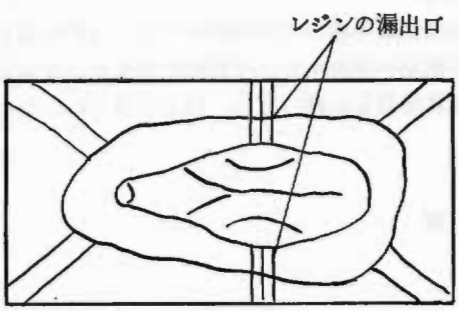
第3図 分割面の位置まで印象材中に入れた標本

したら分割トレーの分割面の高さに揃えて印象材をカッターナイフ等で平坦にする．次に分割トレーのもう片面にアルギン酸印象材を練って盛り，前回同様に標本の表面にも印象材を塗布する．その状態で分割トレーの両面をぴったり合わせて元の位置にくるまで圧を加える．この場合一度硬化したアルギン酸印象材は二度と同じ印象材と付着しないため分離剤の塗布は必要ない．印象材が硬化したら，トレーの分割面に石膏ヘラから小刀を入れて印象を分割する．中から標本をそっと採り出すと雌型印象はできあがる．

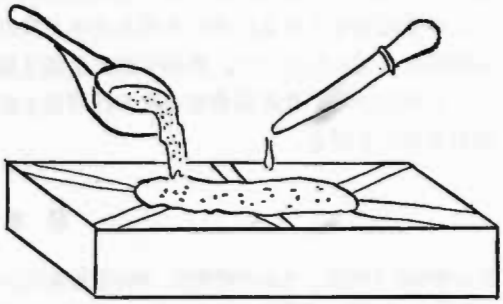
アルギン酸印象材は水が蒸発すると変形しやすい．したがって印象内に石膏あるいは樹脂等を注入するのはできるだけ早い方がよい．やむを得ず時間をおく場合は印象を水に浸しておいた方がよい．

e. 樹脂（レジン）の注入

分割印象をもう一度重ねてぴったり合うかどうか確認する．分割トレーのどちらか片面に第4図のようにレジンの漏出口を2ケ所小刀でつける．



第4図　レジンの漏出口



第5図　レジンの溶剤の注入

第5図のように印象の片面にレジンの液剤をすれすれまで入れ，手で振動を加えながら粉剤を上から少しずつ入れる（この場合バイブレーターがあると振動をかけやすいので便利である）．振動を加えながら粉剤が入る限り入れる．入り切らなくなった粉剤を息をふきかけて飛ばす．これが硬化する前にもう片面の印象に同様にレジンを注入する．両面に樹脂を注入したら分割面にもう一度液剤を塗り印象をあわせて元の位置にぴったり合うように圧を加える．この時，以前につけた“印”を目やすにすると便利である．ここまでの作業をレジンが硬化する前に終了してしまわなければならない．分割個数の多いものは印象内に入れるレジンの量を減らし，分割トレーの合着時に再度レジンを入れ直してから行うとよい．分割トレーを元の位置まで合わせることができたら，ひもで縛って固定する（Plate 9, Fig. 1）．

時間に余裕がある場合はこのまま半日ほど放置してもよいが，急ぐ場合はバケツに湯(80°C)を用意して，その中に分割トレーごと30分ほど浸しておくと硬化が完了する．硬化が完了したら，ひもを解いて分割面の隙間に小刀を入れトレーを外して中から模型を取り出す（Plate 9, Fig. 2）．

f. 模型の作製

取りだしたばかりの模型にはバリや漏出口がついているためヤスリや小刀等で落す．また標本にティッシュペーパーをつめておいた部分にもレジンが入っているためヤスリで修復を行う．歯科用電気エンジンを用いて整型を行うと便利である（この場合はカーバイドスタンプバーを用いると更に効率がよい）．また気泡や標本の欠損部位はこの時点でレジンの液剤と粉剤を筆で盛りつけることにより修復が可能である．盛りつけた部位はヤスリとサンドペーパーで研磨しておくと境界はわからなくなる．

g. ま と め

i. アルギン酸印象材と即時硬化性アクリル樹脂を用いた複製模型作製法を考案した.

ii. この方法を用いると従来のシリコンラバー印象材と超硬石膏を用いる方法より安価で容易に丈夫な複製模型を作製でき, しかも原標本の破損率が低い.

3. おわりに

今回は原標本を破損せずに容易に, しかも安価で精巧な複製模型を作るということに主眼をおいて説明した. しかし, モデリングの方法は他にも多くあり, 製作者の要求により印象材・模型材ともに組み合わせを変えることは可能である. 製作者はその目的によりそれぞれの利点, 欠点を考慮の上で作業を行うことが重要であろう.

今回の方法では, 今後の問題点として大型模型の作製・模型の着色及び軽量化が残されている. 筆者等はこれらの点についても現在検討中である.

この報告をまとめるにあたり北九州市自然史博物館開設準備室の岡崎美彦先生には終始適切な助言をしていただいた. 愛知学院大学第2解剖学教室の諸先生方には資料の提供及び討論をしていただいた. また同教室の社本好司技士には写真撮影をお願いした. 以上の方々に心から御礼を申し上げる.

引用文献

化石研究会 (1971), 化石の研究法. 共立出版株式会社.

小高民夫 (1980), 大型化石研究のマニュアル. 朝倉書店.

長谷川二郎 (1979), 修復材料の歯科理工学. クインテッセンス出版.

Explanation of Plate 8

Fig. 1. 分割面を設定した標本

Fig. 2. アルミ箔で包んだ標本

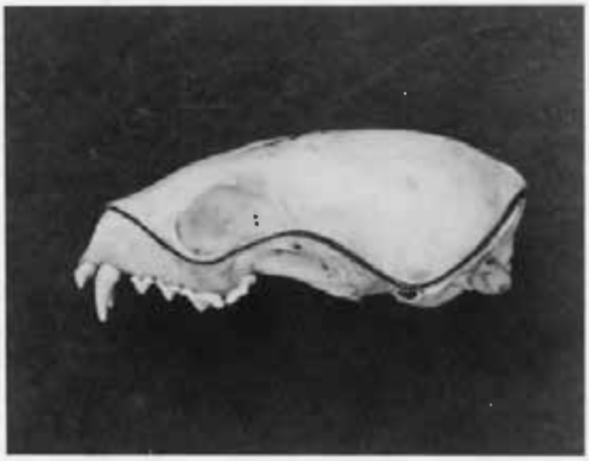
Fig. 3. 保持孔をあけた分割トレー

Fig. 4. ティシュペーパーをつめた標本

Fig. 5. 歯科用アルギン酸印象材

左：ペーストタイプ（液状）（商品名：アルジックス）

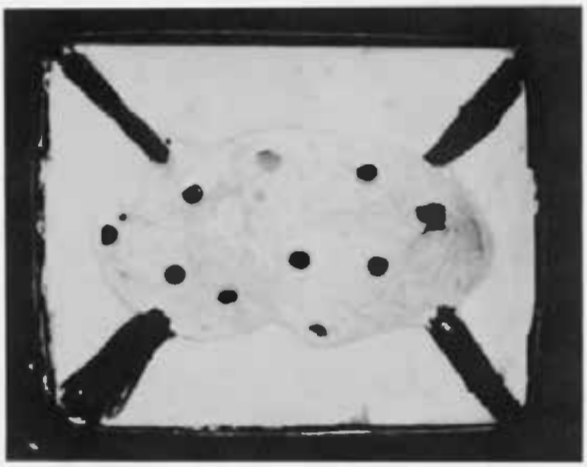
右：パウダータイプ（粉状）（商品名：ハイテクニコール）



1



2



3



4


CHROMATIC TIMING
PASTE
REX-800
ALBIX
CHROMATIC TIMING
HI-TECHNICOL
75

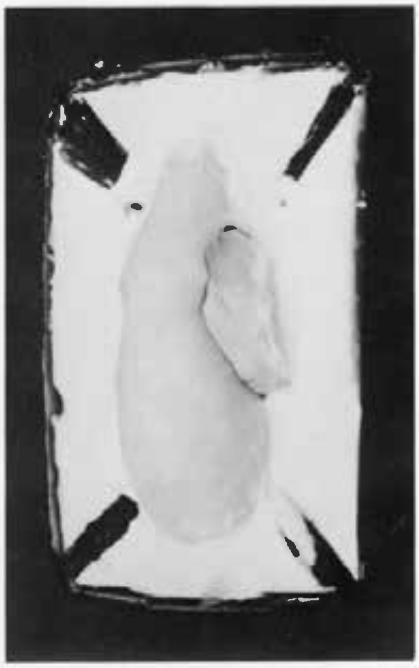
5

Plate 9

Fig. 1. ひもでしばって固定した状態
Fig. 2. 印象内から取り出される模型
Fig. 3. 歯科用アクリル樹脂（商品名：オストロン100）
Fig. 4. 原標本（左）と出き上った模型（右）



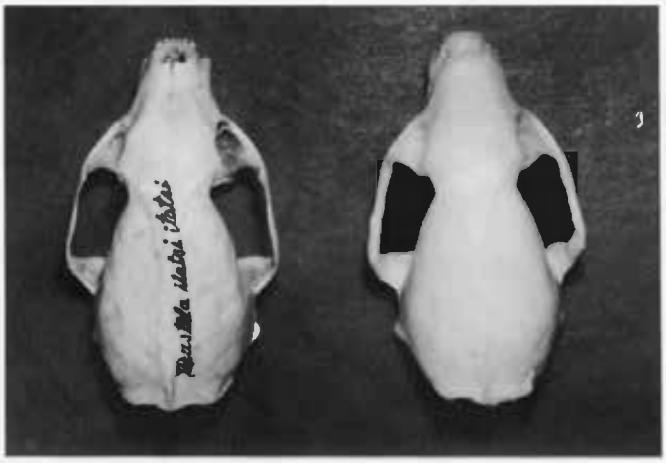
1



2



3



4