

化石標本写真の図版作製

(その1 立体写真とホワイトニング)

岡崎 美彦*

Techniques for Illustrations of Fossil Materials

(Part 1. Stereophotography and Whitening)

Yoshihiko OKAZAKI*

(Abstract)

The stereophotography has much advantage in illustrating fossil materials. Detailed morphological expression is obtained by the method, especially when combined with the whitening technique. Their practical procedures are described.

1. ま え が き

古生物学に関する論文では化石標本の写真が、標本の形態を伝える手段として有効である。しかし通常用いられる“平面”写真では本来立体であるものを1枚の写真に収めるために、表現されるものはかなりの制限を受ける。それで、一個の標本をいろいろの方向からの写真で示すことも多いが、それでも立体的な形状の把握はむづかしい。それどころか時には多方向からの撮影さえ不可能のこともある。

立体写真は、上に述べた制限をある程度カバーできるものとして実用的なものであり、すでに撮影方法等について多くの解説がある。しかし日本では、化石について特にくわしいものはなく、発表された立体写真も少ない。瑞浪市化石博物館報第4号に発表されたいくつかの立体写真について、多くの方々から撮影方法などについて質問を受けたので、ここでは化石標本の図示について私の採用してきた方法を記録して参考に供したい。また、立体写真は、ホワイトニングを組み合わせることによって効力を発揮するので、この技術についても述べる。なお今回は〔その1〕として哺乳類化石を主な例として大型化石を扱ったが、〔その2〕では小型の化石について記す予定である。

2. 撮影と図版作製

立体写真のことを述べる前に、一般の化石標本の撮影・図版作製について簡単にふれたい。作業の過程で注意すべき点が多いが、ここでは次のいくつかの点についてだけ記す。

* 京都大学理学部地質学鉱物学教室 Department of Geology and Mineralogy, Faculty of Science, Kyoto University

1978年11月20日受理

a 倍率と解像力、及び被写界深度の関係

標本から図版用の印画を作る時、途中にネガの段階がある。この時、撮影（標本→ネガ）及び焼付（ネガ→印画）という2つの倍率を考慮する必要がある。焼付の際用いる引伸機の種類にもよるが、この時の倍率は2倍から10倍の時作業が可能で、5倍あたりが最も容易である。図版中の各写真の大きさを考えると、特に解像力を要する場合以外は、フィルム面いっばいに撮影しない方がよいことになる。この場合撮影倍率は低く、被写界深度は深くなる。なお現在のカメラ・レンズ系では、解像力を規制するのは主としてフィルムの粒度であり、それも焼付倍率10倍程度では問題となることは少ない。

b 倍率とスケール

印画の倍率を正確にするために、ネガにはスケールを写し込む。この時スケールの高さを最も注目する面（たとえば臼歯咬合面）に合わせる必要がある。

同一標本や同種の標本を何枚かのネガに収める時には、各画面の倍率が同一であると、焼付作業がずっと容易になる。このためには、ピントをピントリングで合わせずに、カメラ（または標本）の上下で合わせるとよい。市販の複写台には、カメラの上下の調節ができるものが多いので、これを用いるとよい。極端な場合、同じくらいの大きさの多数の標本をこの方法で一本のフィルムに収めれば、最初に引伸機の手操作をするだけで、同倍率の印画をつくることができる。しかし、この方法はネガの整理には問題がある時がある。

c 影と立体感

一般の写真では、立体感は主として陰影によって与えられる。この時、1ページの図版では、主照明の方向がそろっていることが望ましい。特に左上方からの照明が奨められている（PUBLICATION COMMITTEE, PALAEONT. ASSOC. LONDON, 1977）。但し特別な方向からの照明の必要な時もある。また立体写真では影は強くない方がよい。

d バックの処理

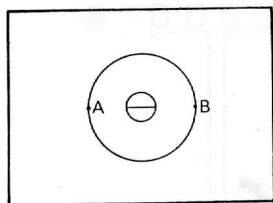
ガラスを用いて、標本のまわりの部分に何も写らないようにする方法は、大型の標本では困難であろう。切りぬきまたは塗りつぶしによるわけだが、いずれの場合にも、でき上りの図版の背景（黒バックか白バックか）に近い状態で撮影しておく方が、処理が容易である。

以上のように、標本の撮影の時から、完成した図版のようすを念頭において、その目的に応じた作業をするべきである。ネガを作っておけば……という写真では結局何にも使用できないといっても過言でない。

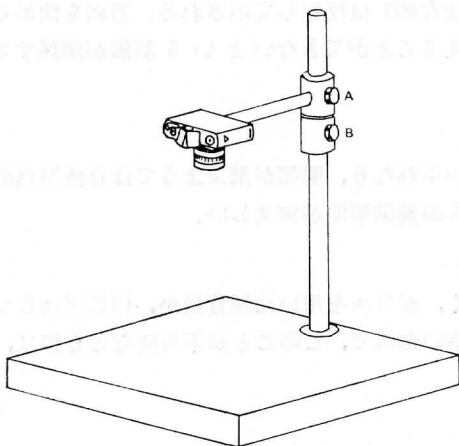
3. 立体写真の原理と撮影

航空写真の本には、詳しく立体写真の原理などを記したものがあるので、ここでさらに述べるつもりはない。撮影角度の異なる2枚の写真を両眼で別々に見るわけで、この角度が広いほど立体感は増す。自然な立体感の得られる角度は、 $8^{\circ}\sim 10^{\circ}$ といわれる（RASETTI, 1965）。しかし、この角度のものは、少し立体感が弱いように私には思われる。立体的形状の観察のためには、ややこれよりも広い角度のものを用いた方がよい。

撮影は、要するに一定角度異なる2つの方向から標本を撮るわけである。この時標本の方を動かす方法は、照明条件などが変わるので許されない。カメラ・レンズ系を傾ける方法は、特



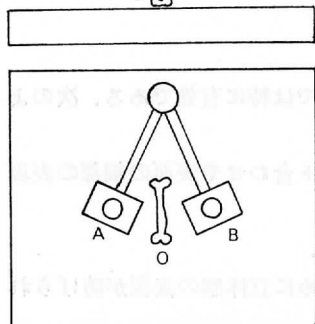
第1図. ファインダー内の指標.
標本上の一点が、A・B点に
くるとようにカメラを平行移動
させて2枚の写真を撮る。



第2図. 立体写真撮影用に支持リングをつけた複
写台. Aのクランプをゆるめて、B（新たにつ
けた支持リング）のクランプをしめる。



第3図. 複写台とカメラの
移動
A O Bの角度が約10度の
時自然の立体感が得られ
る。



別の支持設備が必要である。この方法については、小型化石を扱う次稿にゆずる。カメラ・レンズ系を傾けずに、単に移動する方法は、フィルム面を多少むだにするが、ふつうの複写台、三脚等で簡単にできる。この場合、角度の測定は、厳密にはむづかしい。レンズ——標本間の距離の14~17%の移動をする方法（RASETTI, 1965）もあるが、簡単な方法として、ファインダー内の刻印を用いる方法がある。例えば（ニコマートの場合）、ファインダー内の円の大きさとわくの関係から、第1図のA B間の角度は約10~15°となる（標準レンズ——50~55 mm——では写角〔フィルム面の対角線の角度〕は距離無限大で約45°）。そこで標本のある点が、A点にくる時、

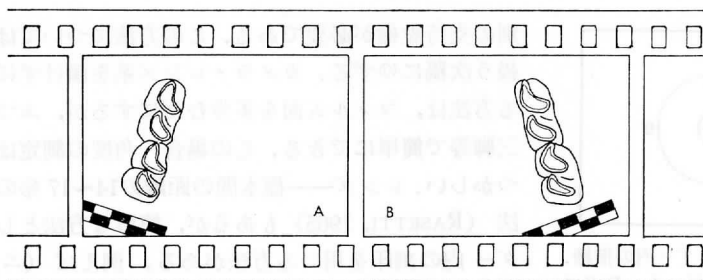
1枚目の写真を撮とり、2枚目では、その点がB点にくるように、A B方向にカメラを水平移動して撮れば、“やや立体感の強い”写真の組を得ることができる。この時、A B点でなくとも対称な円上の2点であればどこでもよい。

市販の複写台のうち、第2図のようなものを用いて、アームを回転させると、カメラは平行移動ではなく、水平回転を伴うが、レンズ系は、この回転と無関係なので、上述のファインダー内の指標を用いての撮影が可能である（第3図）。但し、フィルム面内での標本のむきは、回転している（第4図）。このフィルム面内での回転は、後に述べる図版の作製の過程で除かれる。なお、アームの回転を同一面内に保つために、アーム支持部の下方にもう一つ別の支持具をつけるとよい。この他には特別の機材は必要がない。フィルム（微粒子のものがよい。カラーも可能）、照明ランプ（最低2個必要）、カメラ（一眼レフ）、レンズ（複写用なら最も良い）、スケール、バック処理材（布、紙、ガラス等）など、いずれも通常のものでよい。

次に実際の撮影について注意する点を記す。

a 標本について

図版上の方角をあらかじめ決める。図示する際の方角に一定の習慣があることが多いので、それを守ること。例えば、哺乳類の頭蓋部や歯列の場合、前方を上にすることが多いが、臼歯の発生学の論文では、前方（近心側）を左に、頰側を上にした位置が普通である。但しこの時



第4図. フィルム面内での標本の位置と回転

この例では、標本中央の咬合面の境を目標にして第1図のA・B点にそれぞれ合わせた2枚の写真が示してある。

にこの位置にできない側（上顎では右側，下顎では左側）は反転して示される．方向を決める要因として，この他に写真間の距離が6 cm を超えることができないという制限が関係する（後述）。

b 光源

前述したように，陰影は弱い方がよい．暗部がつぶれたり，明部が飛ぶようでは立体写真の意味がない．左上方からの主照明とまわり全体からの補助照明が望ましい．

c バック

切りぬきや塗りつぶしを用いるのは好ましくなく，ガラスを用いた無背景か，白色又は色つきの紙を用いた均一な背景にする必要がある．大型の化石で，このことが不可能なときには，背景がボケるようにしたい．

d ピント・露出

なるべく全体が被写界深度内に入るようにしたい．被写界深度については，「手前に厳しく，むこうに甘い」ことを念頭におく必要がある．なお左右2枚の写真では，ピント，照明等変えてはいけない．露出に関しても，2枚は同一である必要があるので，自動露出は用いない方がよい．

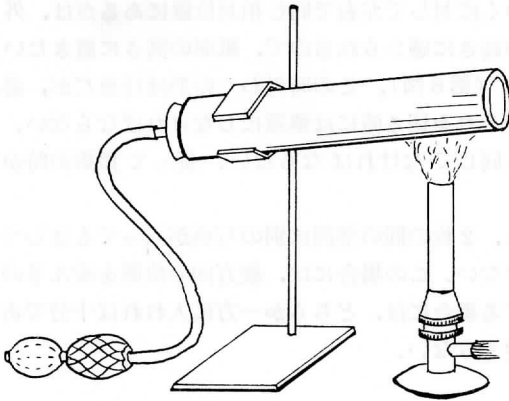
e 撮影倍率

第4図のように，フィルム面を十分に使わないので，倍率はある程度制限される．しかし，図版上の写真の大きさを考えると，引伸時の倍率はそれほど高くないので，フィルムの解像力の影響は少なく，むしろ被写界深度の点で有利となる．

4. ホワイトニング

白い微粒子を標本に付着させて良い像を得る方法は，立体写真では特に有効である．次のような場合に効果が大い。

- ① 現生の中～小型哺乳類の歯冠のように透明度が高く，ピント合わせや表面の細部の表現の困難な時．
- ② 木の葉や魚の化石のように凹凸が微細で，陰影に乏しい時．
- ③ 化石表面が，二次的な鉱物質等によって着色されているために立体感の表現が防げられている時．

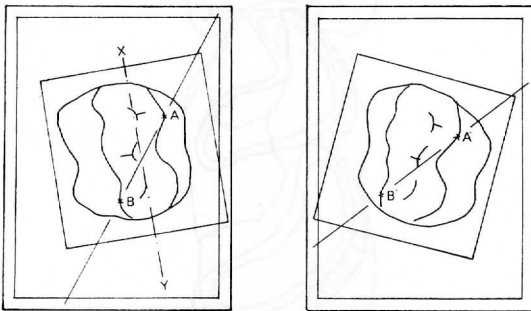


第5図. ホワイトニング用の器具

円筒には石英ガラス管（長さ 20 cm, 外径 3 cm, 内径 2.2 cm）を使用。

面に付着させることができる（第5図）（COOPER, 1935, KIER, GRANT and YOCHELSON, 1965 など）。この方法の利点は、塩化アンモニウムが非常に容易に水洗除去できる点である。しかし、湿度の高い時には粒子が大きくなってよいコーティングが得られない。またホワイトニング後時間がたつと粒子が湿気のため集合して大きくなってしまう。なお化石から採ったゴムの型は、塩化アンモニウムによって変形することがあるが、使用後すぐに水洗すればこのことはさけられる。標本は事前にきれいにされ、乾燥されていなければならない。付着した油は有機溶媒で除く必要がある（接着剤を溶かして標本をバラバラにしないように）。ホワイトニングは均一に薄くするべきで、決して“厚化粧”になってはいけない。作業はドラフト内で行われることが望ましい。

ホワイトニングの実際の効果は、例示した立体写真を一見すれば明瞭であろう。咬頭や隆線の形態は、この方法なしでは、ほとんど観察できないであろう。臼歯の機能解析のためには必ず用いられるべき方法である。しかし、一方では、標本のもつ質感は失われてしまう。



第6図. 外わくの取り方

A, B点が外わくに対して相対的に同じ位置になるようにする。XY線は正中方向でこの線に対して直角にカメラを移動して撮ってある。図版外わくはXY線に平行または垂直にしてある。この例では、焼付わくの位置が悪いので外わくが印画面からはみ出している。

白色粉末の種類と、付着させる方法にはいろいろある。四酸化アンチモンを用いる方法（POULSEN, 1957）は非常に細かい粒子を得られるが、有毒であることも関係して一般的でない。金属マグネシウムリボンを燃焼させて作った酸化マグネシウムを用いる方法は、空気中の湿気に対して比較的安定したコーティング粒子を作るが、粉末の除去が容易でないことを考えて、私は使用していない。現在用いている方法は、熱した塩化アンモニウムを用いる方法である。石英ガラスの中の、熱した塩化アンモニウム末は、煙状になり、2連球で空気を送ることで標本表

5. 立体写真の暗室処理と図版作製

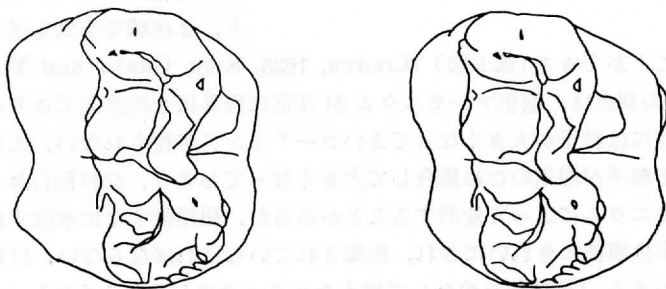
写真の焼付けに関しては特別の点はないが、2枚の印画の調和のために、左右の写真は同一の処理をする必要がある。またフィルム内での位置が中心からずれており、方向もゆがんでいる（第4図）ので、焼付ける範囲に注意を要する。

こうしてでき上った印画を、図版台紙上に配列することは、立体写真の作製上最も注意を要する過程である。2枚の写真は 5.5~6 cm 離して配列され

る (EVITT, 1949 など) が, この時写真の外わくに対して左右で同じ相対位置にある点は, 外わくと同じ高さに見える. 通常外わくは紙面の高さに感じられるので, 紙面の高さに置きたい点を基準として外わくを決めてゆくわけである (第6図). この時外わくの形は任意だが, 必要な部分は2枚の印画で位置が異なっているのでそれを切る時には慎重にしなければならない. また, 印画の配列方向は, 撮影時の移動方向と同じでなければならない. 従って撮影の時から, 方向は考慮されている必要がある.

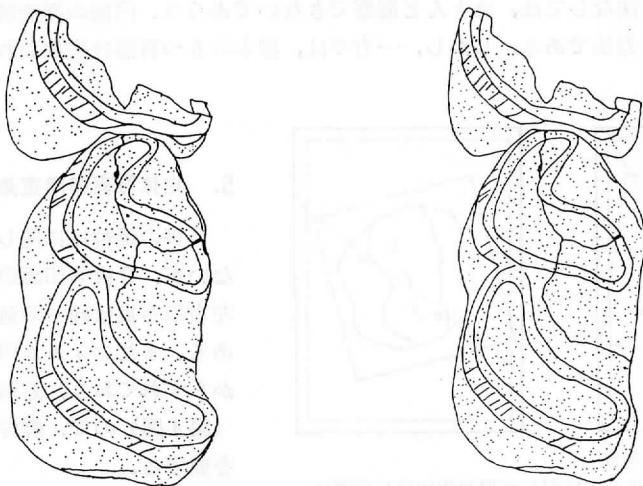
図版上では, それぞれの写真が小さい時には, 2枚の間の空間に別の写真が入ってもさしつかえない. 但しよく似たものを入れるのはいけない. この場合には, 縦方向の位置を変えるのがよいだろう. 立体写真に記号を入れて説明する場合には, どちらか一方に入れば十分である. この場合, 文字そのものの立体的位置は定まらない.

立体写真のトレースによって, 立体線画を描くことができる. この場合, 精度が要求されるので, 拡大した写真からトレースして, 後に縮小する必要がある. 配列などは, 写真の場合と



第7図. 立体線画の一例

カニクイザル (*Macaca irus* (CUVIER), 現生) の右上顎第2大臼歯. 図版20, fig. 1の一部を拡大してトレースしたものを縮小したもの, 約3.5倍.



第8図. 立体線画の一例(標点を入れたもの)

岐阜県可児郡可児町東帷子菅刈産の中新世サイ
Chilotherium pugnator (MATSUMOTO) の左
下顎第3大臼歯と第2大臼歯の一部, ($\times 1$). 石膏
模型から第7図と同じ方法で作図したもの.

同じである(第7図)。線画では、線の無い部分の立体的な位置は定まらない。標本(むしろその模型)に標点をつけ、後に立体写真を撮影し、そのトレースから作った線・点画(第8図)は、ある程度この問題を解決したが、垂直に近い面については表現できないようだ。

なお、立体表示された三次元グラフや、等高線の立体的表現も実用的なものであるが、ここでは扱わない。

でき上がった立体写真・図は、立体視メガネ(簡易立体鏡:1800円, アジア航測株式会社)で見ることができる。また訓練によって裸眼でも立体視できる。

6. あ と が き

本文では、立体写真技術の紹介をしたが、今後に残された問題につきのようなものがある。一つは高さに関するスケールの問題で、奥行きを読み取る基準をどうやって与えるかということである。これと関連して、配列や撮影角度に対して基準の必要なこともある。さらに、この立体写真を偏光を用いてスライドで映写する技術については、すでに開発されているにもかかわらず、日本では本格的なものはとり入れられていない。今後これらの点についていくらかでも改良していきたいと考えている。

図版に例示した標本のうちの一つは、愛知教育大学地学教室に保管されている、岐阜県可児郡可児町山崎産の *Anchitherium hypohippoides* の下顎である。標本写真の撮影・使用に際して快く許可いただいた同教室の吉田新二教授に感謝の意を表したい。

瑞浪市化石博物館研究報告第4号に載録された立体写真には、下記のものがある。いずれも撮影は岡崎による。

Lepidopleurus morozakiensis, a new fossil Polyplacophora from the Miocene Morozaki group, Central Japan. — ITOIGAWA, J., NISHIMOTO, H. and TOMIDA, S. — pl. 14, fig. 1, pl. 15, fig. 2.

(この図版では、pl. 14, fig. 1 以外は標本にホワイトニングをほどこしてある。)

On a new fossil *Trionyx* from the Pliocene Agé Group, Mie Prefecture, West Japan. — OKAZAKI, Y. and YOSHIDA, S. — pl. 21, fig. 1.

日本産白亜紀板鰐類化石(第一報)——中生代サメ研究グループ—— pls. 30~34 のほとんどの写真(この文のものは、むしろ〔その2〕で扱う小型化石に属する。撮影方法も異っている。)

参 考 文 献

- COOPER, C. L. (1935), Ammonium chloride sublimate apparatus. *Jour. Paleont.*, **9**, 357—359.
- EVITT, W. R. (1949), Stereophotography as a tool of the paleontologist. *ibid.*, **23**, 566—570. pl. 88.
- GOTT, P. F. (1945), Procedure of simplified stereophotography of fossils. *ibid.*, **19**, 390—395. pl. 59.
- JEFFORDS, R. M. and MILLER, T. H. (1960), Air brush for whitening fossils and notes on photography. *ibid.*, **34**, 275—276, pl. 39.
- KIER, P. M., GRANT, R. E. and YOCHELSON, E. L. (1965), Whitening fossils (in *Handbook of Paleontological Techniques*, edit. by KUMMEL, B. and RAUP, D.). Freeman, San Francisco & London, 453—456.
- POULSEN, C. (1977), Improved method for whitening fossils for study. *Jour. Paleont.*, **31**, 1029.
- PUBLICATION COMMITTEE, PALAEOONTOLOGICAL ASSOCIATION, LONDON (1977), Notes for authors submitting papers for publication in *Palaentology* and *Special papers in Palaeontology*. *Palaeontology*, **20**, 921—929, pl. X.
- RASETTI, F. (1965), Photography of fossils. (in *Handbook of Paleontological Techniques*, edit. by KUMMEL, B. and RAUP, D.). Freeman, San Francisco & London., 423—430.
- TEICHERT, C. (1948), A simple device for coating fossils with ammonium chloride. *Jour. Paleont.*, **22**, 120—124.

Plate 19

Fig. 1. 岐阜県可児郡可児町山崎産の中新世ヒラマキウマ, *Anchitherium hypohippoides*

MATSUMOTO の右下顎, 第2・第3前臼歯. $\times 2$

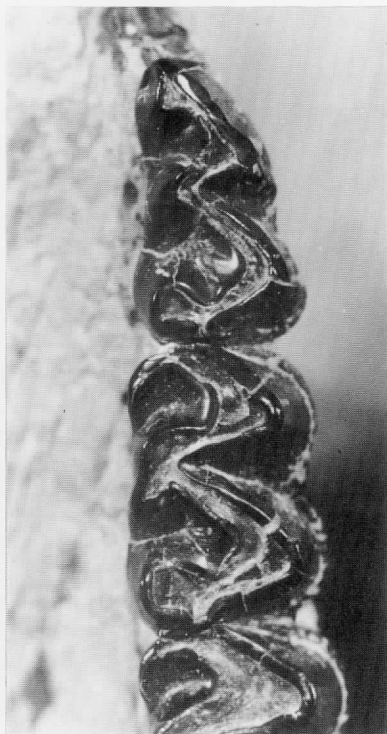
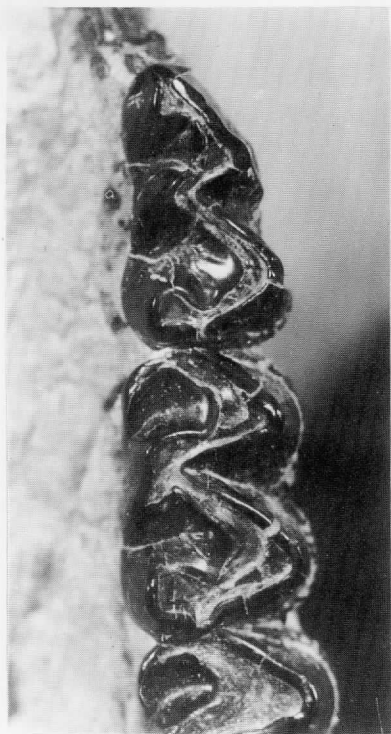
化石では歯牙の透明度は低いのでホワイトニングしなくてもよい場合もある.

この写真では, 部分的な光沢, 被写界深度の点に問題がある.

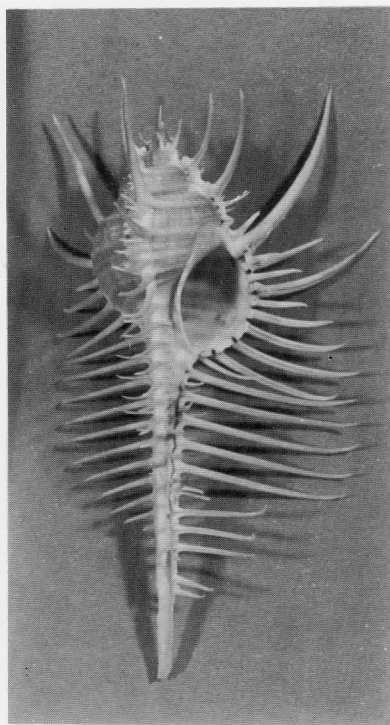
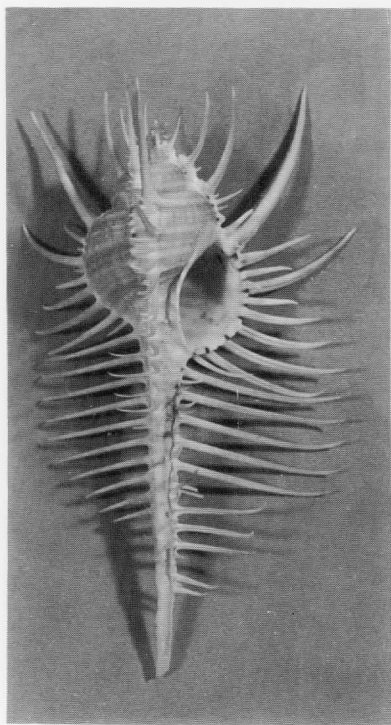
Fig. 2. 現生のホネガイ

Murex troscheli LISCHKE $\times 0.8$ ca.

立体写真では陰影で立体感を増す必要はなく, むしろ平板な照明によって良い結果が得られる. この写真では, 角度が大きく(約15度)立体感が強調されすぎている. 巻貝の軸を水平に保つため, 下方でバックのケント紙をもち上げているのがわかる.



1

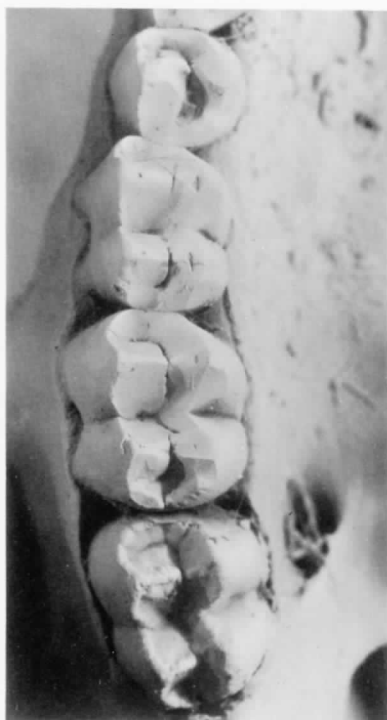
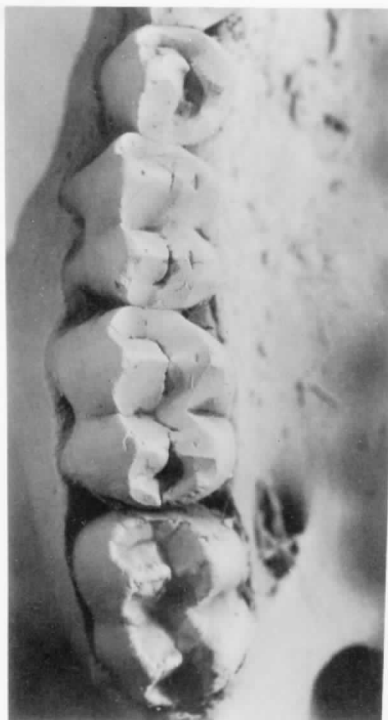


2

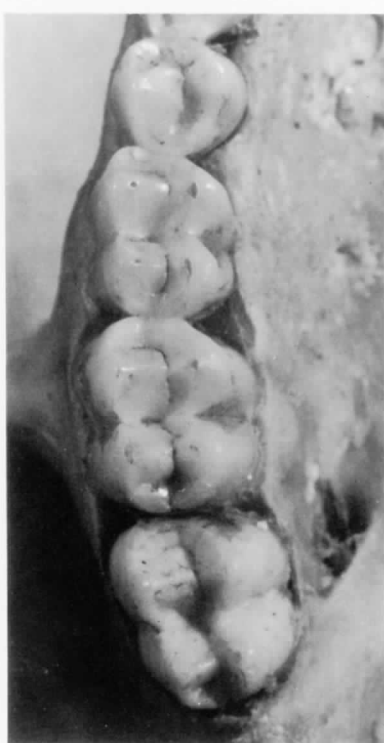
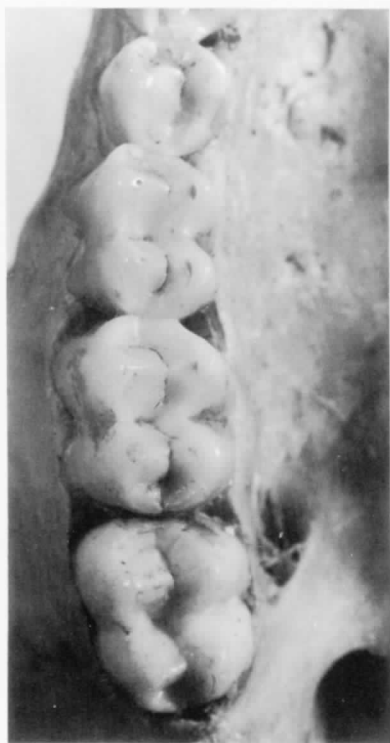
Fig. 1. 現生のカニクイザル, *Macaca irus* (CUVIER) の右上顎臼歯列 × 2.5

ホワイトニングしたもの。臼歯の機能面の形態や、象牙質の露出境界などよく観察できる。第3大臼歯は未萌出のため、一部被写界深度範囲からはずれている。この写真では、標本に付着しているゴミが除去してないことや、焼付ミスで一部印画の欠けていること（第6図参照）などに問題がある。

Fig. 2. 同上、ホワイトニングしていないもの。歯牙の質感はよく表現されているが、形態はよく見えない。透明なために、ピント合わせはむづかしい。咬頭は円く見えるが、実際は上の写真のように稜で構成されている。



1



2