アミランによる義歯の製作 (2)

増 原 英 一 田 中 吉 三 平 沢 忠

東京医科歯科大学 歯科材料研究所有機材料部

Preparation of Denture by Amilan (Nylon) (2)

Eiiti Masuhara, Kitizo Tanaka and Tadasi Hirasawa

From the Research Institute of Dental Materials,
Tokyo Medical and Dental University

We are studying to make a suitable nylon denture before two years, the first report were written in 1954¹⁾, but this time we have produced by way of experiment a new type injection machine for purpose to make nylon dentures. (See Photo 1) This apparatus have a spraying press of ten tons working pressure. The material used was Amilan (6-Nylon), which was manufactured by Toyo Rayon Co. in Tokyo.

The amilan chip is heated in the apparatus to a temperature of 250°C and while liquid, sprayed into the flask and pressed by motor oil pressure. The flasks are special types as they have to withstand the high pressure on the one hand, and must be provided with a filling hole on the other as photo 3. Hard plaster must be used for embedding. The result of experiment were successful for dimensions of amilan denture, and it can be well placed in oral. But from the result of using it after about three month, we found out the discoloration of amilan denture in oral. Amilan product has also great expansibility by sorption of water. Therefore we concluded that the amilan was not suitable for denture.

Then we should like to study about other polyamid plastics better than Amilan.

I 緒 言

著者らは第一報に於て¹⁾, 国産 ナイロン (アミラン) を使用してナイロンの義歯を製作する方法を報告した。併しこの方法ではナイロンの注入器が余りに簡略であり, 成型したナイロン義歯床の収縮が大きいことや, 成型品の機械的強度がナイロン本来の性能を充分發揮していない等の欠点があることを認めた。

そこで今回は上記の欠点を補う目的で設備した油圧式の高圧射出成型機(総圧力 10 トン)を使用して, ナイロンの特性とナイロン義歯床の製作法を再検討したので報告する。

II ナイロン射出成型機の概要

文献²⁾によればドイツではナイロンの義歯を製作する為に, 10 トンの総圧力をもつた成型機を使用している。

今回当研究所に設置したナイロン射出成型機は

ほどこれに匹敵するものを目標として設計試作したものである。

この射出成型機の 概要は総圧力 10 トン, 最高射出圧力 1200 kg/cm² で, 一回のナイロン最大射出量は 26 g, 最大射影面積 30 cm² である。(大型総義歯を成型するに充分な容量である。)

型式は松田製作所(浦和市)の新案であるポット式堅型を採用し, 義歯の製作に便利にした。

機構は写真 1 に示す如きもので全高 170 cm である。

主体は①プランヂャー(径 35 mm), ②ホッパー ③加熱筒及びノズル, ④定盤, ⑤ラム(径 5 インチ)などから成り, 加圧機構は油圧式で吐出量 10 l/min. 圧力最高 80 kg/cm² で ⑥圧力計, ⑦操作桿, ⑧ 3 馬力モーター等を備えている。加熱筒は電熱を用いて加熱し, 温度の調整には⑩電子管式自動温度調節器を付けてある。ノズルは特にナイ

写真1 試作せるナイロン用射出成型機

1. プランヂヤー	6. 圧力計
2. 試料入口	7. 操作桿
3. 加熱筒	8. 三馬力電動機
4. 金型又はフラスコ	9. ブザータイマー
5. ラム	10. 自動温度調節器

ロン用として設計され、スクリーン及びバネ式ストッパー等を附してある。この他操作時間を測るために⑨ブザータイマーも附けてある。

注入操作は先ずナイロン試料を②から入れて③で熔融する。ナイロンが熔融した後、操作桿によつて始動すると⑤が上昇し、④の上に置いたフラスコ(石膏型)はノズルに接する。更に⑤が上昇すると③内の熔融ナイロンはノズルを通つて下方の石膏型へ押し出される。ナイロンの注入が終れば直ちに⑤を降下させ、別の石膏型と取り換えて連続的にナイロンの注入操作を繰返すことが出来る。以上の操作は一回約30~60秒間程度のサイクルで行われる。

III 基礎実験

1) 試料及び試験片

試料は前報と同じく東洋レイヨン社製アミラン

の透明チップ (CM 1001 A) を使用した。

これを真空乾燥器で1 mmHg 以下の減圧下、85°C に8時間以上保つて充分乾燥し、含水量0.2%以下にして使用した。

このアミランチップを射出成型して、物理試験用の試験片を作成するが、そのためには写真2に示すような金型(半硬鋼)を使用した。これでゲー

写真2 試験片製作用金型

下はその成型品

トの位置の異なる3箇の試験片を同時につくることが出来る。

2) 射出成型条件

アミランの熔融温度が215°Cであるので、加熱筒の温度は230~250°Cの範囲をとり、又射出圧力は熔融アミランの流動性、石膏型の抵抗及び耐圧強度などの関係を考慮して、700~1200 kg/cm²の範囲内で実験した。

型の温度は室温(18°C)及び50°Cの場合について比較した。又射出成型サイクルは30~40秒で、ラムの上昇開始から加圧終了まで15秒の割合で操作した。

3) 成型品の熱処理

射出成型品の内部応力を除去する目的で、成型品の熱処理は屢々行われるが、特にナイロンの場合は熱処理が効果的であるといわれている³⁾。これを試験するために、一部の成型品については下記の組成の塩類浴(Hitec)⁴⁾を用いて熱処理を行つた。即ち浴温175°~180°Cで10~60分間の条件で熱処理した。(但しこの場合成型品が空気に触

れないこと、及び徐冷することの二つの条件をまもつた。)

塩類浴 (Du pont, Hitec) の組成

硝酸カリ 53 部

亜硝酸ソーダ 40 //

硝酸ソーダ 7 //

4) 物理試験の成績

(1) 射出成型時の収縮

熔融状態のアミランが型に射出成型されるときは、固化に際して体積の収縮が起る。義歯の製作に当つてはこの収縮がなるべく小さい方がよい。この収縮を小さくするには (i) 熔融アミランの温度を可及的低く保つこと (ii) 射出圧力を高くすること (iii) 型温を低く保つことの三条件が問題となる。この実験はこれらの関係を明かにする目的で行つたものである。先ず写真 2 に示した金型にアミランを射出成型し、成型直後のアミラン成型品 (試験片) の寸法をコムパレータ ($1/1000$ mm) で実測して、金型原型に対する収縮率を求めた。

$$\text{収縮率} \% = \frac{(\text{金型の標線の長さ}) - (\text{成型品の標線の長さ})}{\text{金型の標線の長さ}} \times 100$$

その成績は表 1 に示す如く、射出圧力及びアミ

表 1 A 射出圧力と体積収縮の関係
(金型原寸に対する収縮率)

射出圧力 kg/cm ²	収縮率 (%)	条 件
1188	0.78	1. アミラン熔融温度 250°C
1056	0.86	2. 金型温度 18°C ~ 20°C
924	0.98	
792	1.15	

表 1 B

射出圧力 kg/cm ²	収縮率 (%)	条 件
1188	1.11	1. アミラン熔融温度 230°C
1056	1.18	2. 金型温度 50°C
924	1.23	

備考 1. 数値は試験片五個の平均値
2. 測定標線区間 60 mm
3. 射出成型 24 時間後測定

ランの熔融温度を高くし、且つ金型の温度を低く保つた条件 A が収縮率を小さくするのに有効であることが判つた。なおこの条件で石膏型を使用する義歯の製作も充分可能であつて、それに述では後述する (IV 参照)。

次に上記のアミラン試験片を室温空气中に放置した場合の時間的経過に伴う体積変化の様子を測定した。その成績を表 2 に示す。これで明かなように、アミラン成型品は室温では短時日には極めて僅かの収縮しかなく、臨床的には全く無視して差支えない程度のものであることが判る。

表 2 射出圧力と体積変化 (収縮率 %) の関係

経過時間 圧力 kg/cm ²	1 日	3 日	21 日
1188	0.78	0.87 (0.09)	0.93 (0.15)
1056	0.86	0.95 (0.09)	1.05 (0.19)
924	0.98	1.03 (0.05)	1.09 (0.11)
792	1.16	1.21 (0.05)	1.33 (0.17)

() 内数値は 24 時間以後の増加量を示す

条件 1. 射出温度 250°C 2. 金型温度 18°C

3. 数値は各々五個の平均値である

結果、射出圧力の高い程収縮率は少くなるが射出成型後の放置時数と収縮変化を見ると射出圧力 924 kg/cm² が最も増加量が少ない

(2) アミラン成型品の吸水試験

アミランはメタクリル樹脂に比し吸水性が大であることは既に周知のところである¹⁾。併し、義歯床材料としてアミランを使用する場合は単に吸水量の多少のみならず、これに伴う体積変化のことが重要な問題となるので、特にこの点に注意して本試験を行つた。実験は吸水量の測定及び吸水による体積変化の測定を行つた。

(i) 吸水量の測定： 吸水量の測定方法は、日本工業規格の義歯床用アクリック樹脂 (JIS, T 6501, 1953) の吸水量測定方法にしたがつた。即ち先に述べた金型に射出成型して得たアミラン試験片をサンドペーパー及びバフ仕上げした後、無水硫酸カルシウムを入れたデシケータの中に入

れ、 $37^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ に保ち 24 時間経過後直ちに $21^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ に保ったデシケータに移し 1 時間経過後に重量を測定して恒量（重量変化が 24 時間につき 0.5mg 以内になるまで繰返す）を求め、試験片を $37^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ の蒸留水中に 24 時間浸漬した後の吸水量を求める。

$$\text{吸水量}(\text{mg}/\text{cm}^2) = \frac{\text{吸水をした試験片の表面}}{\frac{\text{重量}(\text{mg}) - \text{恒量時の重量}(\text{mg})}{\text{積}(\text{cm}^2)}}$$

表 3

試 料	24時間後の吸水量 (mg/cm^2)	24時間後の 線膨脹率(%)
アミラン	5.0	0.72
熱処理した アミラン	4.2	0.64
歯科用 メタクリル樹脂	0.58	0.3~0.5*
歯科用アクリック 樹脂日本工業規格	0.7 以下	

- 備考 1. 37°C 蒸留水中に浸漬
2. アミラン試験片の寸法 $60 \times 10 \times 2.5\text{mm}$
3. * Skinner より⁸⁾

図1 試験片の寸法

実験成績は表3及び図2に示すようになった。最初の24時間に於ける吸水量は、メタクリル樹脂よりも明かに大きい。又吸水量の時間的増加の経過を見ると、初めの一週間位では飽和に達することが判った。

この実験には、アミランを射出成型したものの及び Salt Bath で熱処理したものについて比較して見たが、後者の方が明かに吸水量は少

図2 アミラン(CM 1001 A)の吸水量

なく、熱処理の効果が現れている。

(ii) 体積変化：上述のアミラン試験片については同時に吸水による体積変化を測定した。即ち 37°C の蒸留水中に浸漬した時の線膨脹をダイヤルゲージで24時間毎に測定した値は表3及び図3に示すような結果となつた。この吸水による膨脹も一週間位では最大限度に達することが判った。

線膨脹率% =

$$\frac{\text{吸水による試験片の長さの増加 mm}}{\text{恒量時の試験片の長さ mm}} \times 100$$

こゝで吸水による膨脹率が先に述べた射出成型時の収縮率よりも大きいことは、特に注目すべき

図3 アミラン(CM 1001 A) 吸水膨脹率

表4 射出圧力の変化と硬度, 抗張力

射出圧力 (kg/cm ²)	Knoop 硬度 (荷重 500 g)	Rockwell 硬度(R scale)	抗 張 力 (kg/cm ²)
872		R. 108.8	729
924	12.4	R. 109.4	730
1056 (熱処理し たもの)	12.3 (13.2)	R. 109.9 R. (116)	738 (916)
1188	12.0	R. 110.4	739
参 考 { Du pont ナイロン 成 型 品		R. 83~118	492~783
歯 科 用 メ タ ク リ レー ト	16.0	R. 120.5	610

備考 1. Knoop 硬度は五回測定した平均値

2. ロックウェル硬度及び抗張力は三回測定した平均値

3. *熱処理は Salt Bath で 175°C 30 分処理

ことである。又メタクリル樹脂の吸水膨脹と比べても、可なり大きいことが判る。

(3) 成型品の硬度, 抗張力及び撓み試験

射出成型条件殊に射出圧力が、アミラン成型品の物理的性質に如何なる影響を与えるかについて検討する目的でこの実験を行つた。即ちアミラン成型品の硬度, 抗張力及び撓み試験(義歯床用規格試験)の三つについて測定した。硬度は微小硬度計でヌープ硬度(荷重 500 g)を、又参考のためにロックウェル硬度(R scale)も測定した。抗張力はアムスラー万能試験機(荷重 200 kg/cm²)によつて測定した。試験片は先に述べた金型から得た寸法のものである。撓み試験は日本工業規格義歯床用アクリック樹脂の条件にしたがつた。

これらの成績をまとめて表4に示す。この成績から判るように、本射出成型機で成型したアミラン成型品の性能は一般工業材料として公表されているナイロンの性能⁷⁾に充分達している。したがつて、この射出条件で製作したアミラン義歯は、アミランの性能を充分に具えているものと考えられる。この射出条件(アミラン熔融温度 250°C, 型温 18°C)の範囲内では、射出圧力を多少変えても、成型品の性能には余り目立つた影響のないことも表4によつて判る。これに対し、熱処理の効果は可なり明かに現われている。アミランは熱処

理すると密度が高くなり⁸⁾、それにしたがつて硬度及び抗張力も増大する。撓み試験の成績は、荷重 2 kg で既に撓み切つてしまいが破折はしない。即ちメタクリル樹脂に比し著しく可撓性の大きいことが判る。射出圧力による撓み度の差は見られなかつた。

(4) 成型品の耐磨耗性

ポリアミド樹脂(ナイロン)の耐磨耗性がすぐれていることは既に明かであるが⁷⁾、参考のために歯科用メタクリル樹脂とアミラン成型品との耐磨耗性を比較して見た。試験方法は、米国工業規格で行われている落下エメリー法を参考にして、本教室で行っている方法によつた。(40~60 メッシュエメリー 4 kg を 100 cm 高さから落下した時の試験片の目方の減りを以つて表す)その成績は表5に示す如く、メタクリル樹脂に比し、著しく耐磨耗性がよい。なお熱処理したものは更に耐磨耗性がよくなつてゐる。

表5 磨耗試験

種 類	磨 耗 量 (mg) エメリー 1 kg 当り
メチルメタクリレート	2.7
ア ミ ラ ン (熱処理を行わないもの)	0.8
ア ミ ラ ン (熱処理 30 分行つたもの)	0.4

条件 1. カーボランダムメッシュ	40~60
2. カーボランダム落下量	4 kg
3. カーボランダム落下距離	1 m
4. ガラスパイプ径	5.5 mm
5. ノズル径	4.2 mm
6. 試料の傾斜角度	40°
7. 磨耗の数値は三回行つた平均値	

IV 義歯の製作及び臨床的観察

1) 義歯の製作方法

本射出成型機を使用してアミランの義歯を製作する工程及び条件について述べる。

(i) 型の作成: 義歯の蠟形成までは、従来の場合と全く同じであるが、模型及び埋没には必ず硬石膏を使用せねばならぬ。普通石膏は、アミランを注入する時の圧力に耐え得ないので、屢々変形

写真3 ナイロン義歯製作用耐圧フラスコ

写真4 フラスコに埋没したところ

する。又人工歯は目下のところ如何なる市販陶歯(有孔)も、アミラン注入時の温度差と圧力とによつて、破損するので、ピン陶歯又はアクリルレジ歯(保持孔をつける)を使用せねばならぬ。

蠟形成した義歯は、これを写真3に示すような耐圧フラスコに埋没する。埋没した状況を写真4に示す。上側のフラスコにはアミランを注入するための注入孔がつけてある。硬石膏が乾燥したら蠟を熱湯で流去した後、分離剤としてポリ塩化ビニールの塗料液を塗布する。暫時乾燥すると硬石膏の面はラッカーを塗つたように滑沢になる。この型にアミランを注入する。

(ii) アミランの注入：上述の石膏型に対して、本射出成型機を用いて熔融アミランを注入するのであるが、その射出成型条件は種々の基礎実験の成績にもとづいて次のように決定された。

即ちアミランの熔融温度 $230\sim 250^{\circ}\text{C}$ 射出圧力

$900\sim 1000\text{ kg/cm}^2$ 、型温 $30\sim 40^{\circ}\text{C}$ がその基本条件である。型の準備があれば、一分間毎に一箇の割合で、連続的にアミランの注入成型を行うことが出来るから、一日に数百箇の義歯を製作することが出来る。

(iii) 後処理：アミランを注入した後、直ちにフラスコから義歯を取り出し、通法にしたがつてサンドペーパー、パフで研磨する。アミランは耐磨耗性が著しく良いので、研磨の能率は良くない。併し分離剤(ビニール塗布)が有効にはたらく時は、研磨時間は著しく短縮される。最後の艶出しには蟻酸の溶液を用いてアミランの表面を僅かに溶解した後、研磨するといふ。

なお基礎実験に示した如く、アミランの熱処理は、材料の物理的性能を向上するのに極めて有効であるが、これを義歯製作に際して応用するには

写真5 試作せるアミラン義歯

写真6 成功せるアミラン義歯の一例
(石原氏提供)

写真7 失敗せるアミラン義歯の一例
(高木氏提供)

アミランを成型機で注入したまゝの状態(フラスコから取出さないで)熱処理を行わねばならない。併しこの場合は Salt Bath が使用出来ないで、別の方法を考慮せねばならない。

2) アミラン義歯の設計及び臨床的観察

ナイロン義歯の特性は、強靱であり、且つ弾性に富んでいて、絶対に破折の心配がないところにある。この特性を活用するには、従来のメタクリル義歯と全く異つた立場から考案設計されねばならない。

本学補綴学教室に於て製作された義歯及び患者に実際に装着された特殊な設計の義歯の例を写真5, 6, 7に示す。写真6に示すような歯牙の欠損部がとびとびにあるケースの場合などには、ナイロンの特性がいかに発揮され、鉤なしでも充分保持され、且つ床の破折の心配も全くなく、臨床的に成功した例である。これに対し写真7の左下に示した局部義歯は咀嚼時に後端が内側に転位しやすく(下右の如く)、臨床的には失敗した例である。

今日までの臨床経験で最も難点となつたことは顔料の溶出及び二次的汚染による変色である。義歯床材料としては色の安定性(審美性)が極めて重要な因子であるが、アミランの場合には、三カ月位で目立って退色し且つ茶褐色に汚れて来た。これはアミランの吸水による膨潤及び末端基の構造に原因するものと思われる。尚ピンクに着色するには顔料(Cd-Red)を用いた。

アミラン義歯を口腔内に装着した時の感覚、咬合時の感じ(僅かに弾性を感じず)、上顎総義歯の吸着力などは、いずれも良好であり、患者によっては、メタクリル義歯よりも、感じがよいと訴えた場合もあつた。

尙アミラン義歯、ナイロン義歯等の可撓性に富んだ義歯の臨床応用に関しては、改めて臨床家の方から詳細に報告される予定である。

V 考察並に結論

第一報に於ては、予報として国産のナイロン即ちアミラン(東洋レイヨン社製品)を使用して極めて簡略な方法でナイロン義歯を製作したことを報告した。併しその実験の結果成型圧力の不足など不備な点のあることが判明したので、更に本格的なナイロン専用の射出成型機を設計試作して今回の実験を行った。

本射出成型機は堅型ポット式であること、ノズルにバネ式ストッパーを附したことの二点が、歯科用として使用する場合の操作上甚だ便利であつて、これが義歯製作として成功した主因と考えられる。本機は研究の目的で特に電動油圧式の高圧にしたが、義歯製作を専用とする臨床家向の場合には最高射出圧力 1000 kg/cm^2 程度にすれば充分なので、手働油圧式で設計して差支えないことが判つた。

本機による実験経験にもとづいて、次の機会には更に臨床家向の普及用小型射出成型機を考案試作したいと考えている。

次に義歯製作のためのアミランの射出成型条件の検討であるが、基礎実験で示した如く、義歯製作時の収縮を可及的小さくすることが重要な問題である。それにはアミランの熔融温度(加熱筒温度)及び射出成型圧力を稍々高くし、型の温度を低く保つことが有効であることが判つた。一般の工業製品の射出成型の場合は、予め合成樹脂の収縮を見込んで金型を製作するので、この点は余り検討されない。併し義歯の場合は石膏原型の寸法を変えることは出来ないで、射出成型条件を吟味して、成型時の合成樹脂の収縮を最小限度に止

めるように工夫せねばならない。一方アミラン成型品の物理的性質は射出圧力の高い方が僅かながら良い成績を示すので、石膏型の耐え得る限度内で射出圧力の高い方がよいことも判る。これらの点を総合して、われわれはアミラン義歯製作のため最適射出条件として、加熱筒温度(250°C) 射出圧力約 900~1,000 kg/cm², 型温 20~30°C 附近とした。

この最適条件によつて製作したアミラン成型品の成型時の収縮率は 0.7~1.0 % であるが、吸水による膨脹率は 0.7~1.7 % という結果になっている。この値はメタクリル樹脂に比べて可なり大きい。又アミラン成型品はこの成績によれば、吸水によつて却つて原型より膨脹することが予想される。このことは临床上、義歯の形の安定性という点で問題になる。併し今日までの臨床経験ではアミランの義歯は極めて適確に装着され、上顎総義歯の如きは、むしろメタクリル義歯よりも良い吸着性を示している。

次にアミラン成型品の物理的性能であるが、これは第一報に於て、圧力の不足のため充分な性能が発揮できないものと考えて報告したので、特に今回は射出圧力との関係に留意して実験した。既に述べた如く実際には射出圧力にも一定の限界があるので広い範囲に涉つての実験は出来なかつたが、実験範囲内では射出圧力の差異による物理的性能の変化は、余り著しくなかつた。併し第一報に報告した値に比べると、硬度、抗張力ともに著しく向上し、工業材料として示されているアミラン成型品の値⁵⁾よりも上廻つた良い成績が得られた。即ちわれわれの成型しているアミラン義歯は充分アミランの性能を発揮しているものと見ることが出来る。尙工業材料では屢々成型品の変形(内部歪の緩和による)を防ぐために熱処理が行われるが、アミランの場合にもこれを行うと、物理的性能が向上することは先に示した通りである。併し義歯の場合にもこの熱処理を行うことが適当であるかどうかは問題である。義歯の場合には形が複雑であり、熱処理によつて僅かでも変形する

こと(収縮など)は臨床的に致命的な失敗になるからである。

最後に臨床的に見たアミラン義歯について考察すると、先ず義歯そのものの製作方法及び口腔の装着時までの成績は極めて良好であつたが、口腔内で唾液その他によつて吸水膨化し、一方顔料の溶出によつて褪色し、異物で茶褐色に汚染されてゆくことは審美的に大きな欠点となつた。この現象はポリアミド樹脂に共通の欠点と考えられるが特にアミランの場合には、その傾向が化学構造上著しいようである。この点を改善するために化学処理(例えばホルマリン処理など)も行つて見たが、多少の効果があつたのみで、本質的には改善されなかつた。

最近発売されているドイツの義歯用ナイロン「Prothyenyl-Nylon」は融点 170°C で色調の安定、吸水量の極少などをうたつているところから、6-ナイロン系ではなく、別種のポリアミドであろうと推定される。この点を考えても、又アミランの化学構造及び今日までの実験成績から考えても、アミランが直ちに義歯床材料として満足すべきものではないことが判つたので、今後はこの材質的な面についての研究を進めねばならない。

VI 総 括

以上に述べたことを纏めて要約すると、

1. ナイロン義歯製作用の射出成型機を試作した。
2. 本機によるアミランの最適射出成型条件を決定し且つアミラン義歯の製作方法を確立した。
3. アミラン成型品の物理的性質を測定し、アミランの本来の物理的性能が充分発揮されていることを知つた。
4. アミラン義歯を臨床的に観察した結果、吸水性及び変色の点で、アミランは材質的に義歯床材料として不満足であつた。

今回の研究の結果、われわれはこの射出成型法による義歯の製作には大いに期待出来ることを知つたが、義歯床材料としては更にアミラン以外のポリアミド樹脂、ポリエチレン系樹脂、ポリエス

テル系樹脂などについて検討する必要があることを認めた。今後はこの方面について研究を進める予定である。

最後にナイロン射出成型機の試作に当り特に御厚意を賜った松田製作所の小林正二、井川正巳の両氏及びアミランについて御指導を賜った東洋レイヨン株式会社小林治男氏、アミラン義歯の臨床観察に御協力下さった本学石原寿郎、三宅聰、高木米一、竹花庄治の諸氏に厚く感謝の意を表する。

文 献

- 1) 増原英一，他：口腔病学会誌，21，1，1954.
- 2) Dental Echo：23，20，1953.
- 3) Paggi, L: Modern plastis, 29, 101, 1952.
- 4) 小林治男：プラスチック，5，2，19，1954.
- 5) 小林治男：材料試験，6，2，1953.
- 6) 渡辺正元：ナイロン，高分子化学会刊，1952.
- 7) 松原清：プラスチック，5，3，1954.
- 8) Skinner: The Science of Dental Materials 1947.