石こう系埋没材用寒天複印象材に関する研究

—反復使用が弾性ひずみ、色彩および複模型の精度に及ぼす影響について—

石上 恵一

A Study on the Duplicating Hydrocolloid Impression Materials for Plaster-Bonded Investments

—Concerning the Effects of Their Repeated Use On the Strain in
Compression, Color and the Accuracy of Refractory Casts—

Keiichi Ishigami

Abstract : The duplicating hydrocolloid impression materials, because of their thermoplasticity, are used repeatedly without being discarded after each use.

So, the author this time conducted an experiment with the purpose of clarifying what kinds of effects are given, when a cast metal denture plate is made with nickel-chromium alloy, to the physical properties (the strain in compression and the color) of the duplicating hydrocolloid impression materials and to the accuracy of the refractory casts by the repetitive use of the impression materials which are used in impression-taking as the first step in the technical work, the process which is considered to vastly affect the fitness of the cast metal-denture plate to be made.

Key words : the duplicating hydrocolloid impression materials, used repeatedly, nickel-chromium alloy, physical properties, accuracy of the refractory casts

第1章 緒 言

複模型用寒天印象材は、鑄造床調製時の複印象材として、今日の補綴臨床には欠かすことのできない材料の1つである¹⁻⁵⁾。

この種の印象材には、Co-Cr 合金用と Ni-Cr 合金用との2種類があり^{6,7)}、Co-Cr 合金用にはリン酸塩系埋没材が用いられ^{1,3,4,8-16)}、それに応用される寒天複印象材については、その基礎的検討などについて多くの報告^{1,3,8,16-20)}がある。

しかし、Ni-Cr 合金用として使用される石こう系埋没

材用の寒天複印象材についての報告^{3,6,21,22)}は少ない。

この種の寒天印象材は、その使用にあたって熱可逆性という性質から、反復使用が可能であり^{1,3,6)}、日常の臨床では、経済性からも他の印象材と異なり、使い棄てることなく反復使用している。この反復して使用することが、印象面の物理的性状を変化させ³⁾、複模型の精度にも影響を及ぼし、それより得られる複模型の精度にも影響をあたえ、ひいては鑄造床の適合性に影響⁴⁾することが考えられる。Co-Cr 合金用として使用されるリン酸塩系埋没材用寒天複印象材については、当教室の伊保内¹⁷⁾が報告しているが、Ni-Cr 合金用のそれについて、これらを検討した報告は見当たらない。

そこで今回著者は、Ni-Cr 合金で鑄造床を調製する際に、その適合性に大きく影響すると思われる、技工操作の第一歩である印象操作に使用される寒天複印象材の反復使用が、その物理的性状（弾性ひずみおよび色彩）お

日本大学歯学部歯科補綴学教室局部床義歯学講座
Department of Removable Partial Denture Prosthodontics,
Nihon University School of Dentistry
昭和61年4月16日受付

表 1 材 料

材 料	製造会社	商品名	製造番号	混水比	使用条件
寒 天	松風	デントゲル	048557		注入：50±2℃ 冷却：15分放冷，40分水冷
	三金	サニアガー	151-158		注入：50～55℃ 冷却：15分放冷，30分水冷
	而至	ルークゲル	020851		注入：52±2℃ 冷却：10分放冷，60分水冷
埋没材	松風	デントベスト	108451	0.26	
	三金	サニメント D	590627	0.26	
	而至	ルークベスト	240841	0.24	

よび複模型の精度にどのような影響を及ぼすかを解明する目的で、伊保内¹⁷⁾の方法を参考に本実験に着手した。

すなわち、物理的性状としては、ADAS No. 20 に従い弾性ひずみの測定²³⁾および色彩の測定を行い^{24, 25)}、また複模型の精度については、三次元座標測定装置²⁶⁻²⁸⁾を用いた三次元計測²⁹⁻³¹⁾を行って、寒天複印象材の反復使用がそれらにおよぼす影響について検討した。

第 2 章 材料および方法

1. 材料

本実験に使用した石こう系埋没材用寒天複印象材（以下、印象材と略す）および石こう系埋没材（以下、埋没材と略す）は、現在一般に使用頻度が高く、そして鑄造システムの整った国産品の 3 社の製品を選択した。

すなわち、松風システム（㈱松風）のデントゲルとデントベスト、三金システム（三金工業㈱）のサニアガーとサニメント D、および G-C システム（而至歯科工業㈱）のルークゲルとルークベストであり、それらの使用法を表 1 に示した。

2. 方法

1) 弾性ひずみについて

弾性ひずみ測定用の試料は、ADAS No. 20 Type I Class 1²³⁾ に従い、試料作製用の金型（φ12.7×19.0 mm）2 個を使用し、それぞれに溶解したゾル状の印象材を注入し、同一時期に 2 個ずつ、各印象材について繰返して 2 回の実験を行い、各印象材の試料を合計 60 個作製した。

測定方法は、ADAS No. 20 の弾性ひずみ測定法²³⁾に従い測定した。

成績は、それぞれの反復使用回数時における 4 個の試

料の平均値と標準偏差とで示した。そして、直線回帰式 $y = ax + b$ ³⁴⁾ により、それを直線回帰分析して示した。

2) 色彩について

色彩測定用試料は、溶解したゾル状の印象材をそれぞれガラスシャーレ（φ90×20 mm）に注入して、各印象材について繰返し 2 回の実験を行い、各印象材の試料を合計 30 個作製した。

測定には、明度は明度指数として L^* で、色相と彩度とは、これを同時に考えた場合の色の属性として、クロマチックネス指数 a^*b^* で表される CIE 1976 ($L^*a^*b^*$) 均等知覚空間³⁵⁾を測定し、表示することのできる^{24, 25)}色彩色差計 CR 100（ミノルタ）にて行った。すなわち、溶解されたゾル状の印象材を注入し、30 分後に菅原³⁶⁾の方法に準じて、バックグラウンドの色彩を一定に保つために^{37, 38)} 10 枚重ねた φ11 cm の円形ろ紙の上³⁹⁾にシャーレを置いた。これは、印象材が半透明性であり、光の透過拡散性の強い材料であるため、この性質を持つ材料の色調が、当然その背景の色に大きく影響されることが推察されるためである³⁸⁾。

測定は、1 つの試料につき中心と思われる 1 カ所と、それより半径約 10 mm と思われる同心円内の 2 カ所との計 3 カ所で行った。

成績は、6 カ所測定における $L^*a^*b^*$ それぞれの平均値と標準偏差とで示し、それを直線回帰分析を行い、そして $L^*a^*b^*$ 表色系色度図としても示した。

3) 複模型について

(1) 原型

原型は、標準的な下顎の寸法^{32, 33)}を参考に、基礎的にその状態を把握することを目的として、アンダーカットの無い単純化した形態の歯列弓^{32, 33)}と、その歯列弓をネジで固定するために、また、石こう系耐火複模型（以下、複模型と略す）の計測基準を計測対象物の外に設定

するために、必要な計測原点を設定してある台座とから構成された金属製である（図1）。

これらの材質は、歯列弓がオーステナイト系ステンレス（SUS 303）で、台座が鋳鉄（FC 20）である。

台座の寸法は、図2に示すように、縦 165.40 mm、横 165.50 mm の四角形であり、歯列弓は、幅 8.75 mm、高さ 10.50 mm、テーパを 1/10 とした台座で作られている。また、左右の側堤部の外側縁間距離は、58.35 mm、内側縁間距離は 37.40 mm である。

(2) 印象用フラスコ

印象用フラスコ（以下、フラスコと略す）は、伊保内¹⁷⁾と各印象材の鑄造床システムのそれとを参考にして、厚さが 14.20 mm の円筒形で、アルミニウム製である（図3）。

各部の寸法は、図4に示すように外径が 109.80 mm、高さが 74.40 mm であり、印象材の注入孔の内径が

19.80 mm である。

(3) 試料の作製および測定

試料の作製は、まずゲル状の印象材、1.0 kg を計量し、これを寒天溶解保温器（楠松風、以下溶解器と略す）に入れ、約1時間かけて溶解し、その後表1に示すメーカー指示の注入温度になるまで攪拌して、このゾル状に溶解した初回の試料を反復1回の試料とした。

反復使用による2回以降の試料は、前回の試料作製に用いたときのものと、溶解器内に残った余剰のものとを一緒にし、冷暗保存して、これを反復1回と同様に溶解して試料作製に用いた。反復回数は、伊保内¹⁷⁾の実験と同様に18回までとした。

そして、これらについて弾性ひずみおよび色彩について、同一実験を2回ずつ、複模型の再現性については、同一実験を5回行った。

測定は、伊保内¹⁷⁾の実験と同様に予備実験において各

図1 原形

図3 原形および印象用フラスコ

a 歯列弓・台座および計測原点・基準点・測定点の上面図

b 側面図

c 後面図

図2 歯列弓および台座模型図（単位：mm）

図 4 印象用フラスコ (単位: mm)

回に大きな差が認められない傾向がみられたので、反復 1, 5, 10, 15 および 18 回目について、それぞれの試料を測定した。

(4) 計測原点、基準点および計測点

図 2 に示すように、計測原点 (0) は台座の後縁より 29.55 mm 前方で、左側縁より 34.85 mm 右方の交点の位置に $\phi 1.0$ mm のラウンドバーでポンチングをして設定した。

基準点は、台座の前縁から 30.20 mm 後方で、左側縁より 29.10 mm 右方の交点 (a) と計測原点とで直交する点 (b) をポンチングをして設定した。

この基準点は、図 2 に示すとおり複模型を計測する際、基準となる XY 平面および XY 軸の設定に用いるものである。そして、この XY 平面に直角な平面を Z 平面とし、計測原点 (0) をとおる軸を Z 軸とし設定した。

また、歯列弓の計測点においても、図 2 に示すとおりであり、左側犬歯相当部を A、左右側小臼歯相当部を B、左側犬歯相当部を C、中切歯相当部を D、右側犬歯相当部を E、右側小臼歯相当部を F、そして右側犬歯相当部を G とし、A～G の計 7 点を $\phi 1.0$ mm のラウンドバーにてポンチングをして計測点として設定した。これら 7 点の計測点について、計測原点 (0) よりその三次元的距離と XY, XZ および YZ の各平面における距離とを表 2 に示した。

(5) 歯列弓の位置再現精度について

今回の実験において、歯列弓の金型 (以後、金型と略す) より複模型を作製するには、まず台座に金型をネジ止めし、フラスコを上より被せ、そこに印象材を注入し複印象をする。つぎに、印象材硬化後台座の裏面よりネジ止めされた金型を一度取りはずすことになるので、印象材を反復使用した。複模型を数個作製するには、着脱による金型の位置の再現精度が問題となるため、その

表 2 歯列弓各計測点の距離

計測点	三次元的距離	各 軸 距 離		
		X 軸	Y 軸	Z 軸
A	54.155	24.150	42.228	23.797
B	66.474	24.191	57.163	23.789
C	83.044	24.345	75.734	23.833
D	101.510	47.483	86.457	23.975
E	106.564	69.122	77.518	23.855
F	94.673	70.281	58.753	23.910
G	86.727	70.769	44.100	23.845

単位: mm

表 3 歯列弓の位置再現精度

	$A_2 - A_1$	$D_2 - D_1$	$G_2 - G_1$
1	0.010	0.008	0.008
2	0.010	0.011	0.012
3	0.011	0.009	0.010
4	0.005	0.007	0.006
5	0.008	0.006	0.009
Mean	0.009	0.006	0.009
S.D.	0.002	0.002	0.002

単位: mm

A_1, D_1, G_1 : 歯列弓取りはずし前

A_2, D_2, G_2 : 歯列弓再装着後

計測を行った。

計測方法については、金型上の計測点 A, D および G についてのみ行い、金型の着脱を 5 回繰返して、その三次元的距離を計測し、星野³⁰⁾の方法に準じその差の精度を求めた。

その結果を表 3 に示すとおり、各計測点における平均値は、ともに 10 μ m 以下であった。

(6) 試料の作製

試料作製は、まず原型とフラスコとをネジ止めして固定し、ゾル化した印象材をフラスコの注入孔より注入した後、この印象を室温放冷し、さらに水没して水冷を行った。

印象材がゲル化したのち、原型の裏面より台座底部の 4 つの金型固定ネジ ($\phi 5 \times 27.0$ mm) を取りはずして、金型を取り除き、そのネジ穴に複模型を固定するための固定用ネジを差し込み、パイプレーター上にフラスコの上縁が下方になるよう載せた (図 5)。

つぎに、各印象材とシステム化されたそれぞれの埋没材を 250 g ずつ計量してラバーボールに取り、表 1 に示すメーカー指示の混水比にて、真空練和器 (トーフ技研, コーネル) を用いて練和を行った。そして、練和された埋没材を、台座裏面の埋没材注入孔より印象材陰型内に

注入し、60分後に台座よりフラスコおよび印象材を取り除き、台座に固定された複模型をさらに60分後に計測に供した。

このようにして、各印象材について繰返し5回の実験を行い、25個ずつ計75個の複模型を作製した。

(7) 複模型の計測

複模型の計測は、複模型作製120分後に行った。

まず、三次元座標測定装置 XYZAX M 400-300 D²⁶⁻²⁸⁾ (東京精密) に接触式 $\phi 1\text{mm}$ のスイングロブを取り付け、この装置のワークテーブル上に台座に固定された複模型をのせ、その台座を位置付けて固定し、ミニコンピューター NOVA 4 C 型 (日本データゼネラル社) を連動させて行った。

計測は、台座上にポンチングされた計測原点から金型の各計測点 A~G までに相当する複模型上の各計測点 A'~G' のそれぞれの三次元的距離を三次元的変位率として、また X, Y および Z 軸の各軸における距離を各軸変位率として求めた。

成績は、台座計測原点から複模型における各計測点までの距離と、表2に示す原型の各計測点間距離の差から変位率³¹⁾を求め、それぞれの平均値と標準偏差とで示し

た。

なお、各試料作製と測定および計測は、室温 $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度 $50\pm 10\%$ の環境下で行った。

第3章 成 績

1. 印象材の弾性ひずみ

弾性ひずみの成績を表4に、3種類の印象材の各反復回数における平均値と標準偏差とで示した。

2. 印象材の色彩

色彩の成績を表5および図6に、3種類の印象材の反復回数における L^*a^* および b^* のそれぞれを平均値と標準偏差で示し、また、 $L^*a^*b^*$ 表色系色度図を図8に示した。

3. 複模型の変位率

1) 三次元的変位率

複模型の三次元的変位率の成績を表6に、3種類の複模型の各反復回数における各計測点の平均値と標準偏差

図5 台座底部

表4 印象材の弾性ひずみ

反復回数		デントゲル	サニアガー	ルークゲル
1回	Mean	19.5	14.1	12.2
	SD	0.4	0.2	0.2
5回	Mean	18.1	13.2	11.3
	SD	0.2	0.3	0.4
10回	Mean	17.1	12.2	10.1
	SD	0.4	0.4	0.2
15回	Mean	16.0	11.1	9.3
	SD	0.3	0.3	0.3
18回	Mean	14.7	9.9	8.8
	SD	0.5	0.4	0.3

単位: %

表5 印象材の色彩

反復回数		デントゲル			サニアガー			ルークゲル		
		L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*
1回	Mean	34.3	1.1	-8.8	42.2	1.2	-7.5	39.1	0.8	-6.6
	SD	0.3	0.1	0.1	0.3	0.2	0.3	0.2	0.1	0.2
5回	Mean	32.2	0.8	-7.8	40.0	0.8	-6.2	38.4	0.7	-5.9
	SD	0.2	0.1	0.1	0.8	0.1	0.3	0.1	0.1	0.1
10回	Mean	31.3	0.7	-6.5	38.6	0.7	-5.1	37.9	0.5	-5.3
	SD	0.2	0.1	0.1	0.3	0.1	0.2	0.2	0.1	0.2
15回	Mean	30.6	0.7	-4.2	36.9	0.6	-4.3	37.2	0.4	-4.4
	SD	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.4	0.4	0.1	0.2
18回	Mean	29.2	0.2	-2.3	35.8	0.3	-3.9	35.8	0.3	-3.4
	SD	0.2	0.1	0.2	0.3	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1

表 6 複模型の三次元的変位率

反復回数		A'	B'	C'	D'	E'	F'	G'	
デ ン ト ベ ス ト	1 回	Mean	0.63	0.41	0.36	0.22	0.29	0.56	0.58
		SD	0.05	0.07	0.02	0.04	0.01	0.06	0.05
	5 回	Mean	0.72	0.48	0.40	0.30	0.38	0.64	0.76
		SD	0.02	0.03	0.05	0.04	0.03	0.07	0.06
	10 回	Mean	0.51	0.34	0.25	0.16	0.20	0.34	0.43
		SD	0.12	0.03	0.03	0.02	0.02	0.05	0.09
	15 回	Mean	0.35	0.27	0.21	0.11	0.14	0.20	0.30
		SD	0.12	0.02	0.03	0.03	0.02	0.04	0.07
	18 回	Mean	0.25	0.18	0.14	0.05	0.04	0.03	0.10
		SD	0.23	0.03	0.01	0.03	0.03	0.09	0.06
サ ニ メ ン ト D	1 回	Mean	0.79	0.52	0.34	0.29	0.40	0.53	0.71
		SD	0.02	0.08	0.20	0.05	0.04	0.05	0.05
	5 回	Mean	0.87	0.52	0.34	0.29	0.40	0.53	0.71
		SD	0.10	0.08	0.20	0.05	0.04	0.05	0.05
	10 回	Mean	0.70	0.44	0.31	0.19	0.32	0.35	0.57
		SD	0.09	0.04	0.06	0.11	0.03	0.03	0.04
	15 回	Mean	0.60	0.38	0.23	0.15	0.20	0.23	0.31
		SD	0.07	0.04	0.05	0.04	0.04	0.05	0.10
	18 回	Mean	0.35	0.19	0.10	0.12	0.08	0.03	0.09
		SD	0.08	0.06	0.04	0.14	0.04	0.07	0.09
ル ー ク ベ ス ト	1 回	Mean	0.44	0.30	0.28	0.19	0.26	0.44	0.52
		SD	0.05	0.06	0.05	0.02	0.03	0.01	0.08
	5 回	Mean	0.50	0.33	0.31	0.25	0.35	0.90	0.69
		SD	0.08	0.14	0.04	0.03	0.03	0.06	0.06
	10 回	Mean	0.41	0.28	0.24	0.13	0.17	0.28	0.32
		SD	0.09	0.03	0.05	0.03	0.05	0.07	0.09
	15 回	Mean	0.34	0.23	0.16	0.07	0.08	0.09	0.19
		SD	0.02	0.03	0.04	0.03	0.03	0.05	0.08
	18 回	Mean	0.25	0.16	0.08	0.01	-0.01	-0.07	0.02
		SD	0.03	0.06	0.03	0.03	0.04	0.09	0.08

単位：％

図 6 印象材の色彩

とで示した。

2) 各軸変位率

複模型の各軸変位率の成績を表 7 に、各計測点における X、Y および Z 軸のそれぞれを平均値と標準偏差とで

示した。

なお、成績中の正とは、原型において計測原点より金型の計測点までの距離よりも、台座の計測原点から複模型の計測点までの距離の方が長い場合であり、負はその

表 7 複模型の各種変位率

反復回数	A'			B'			C'			D'			E'			F'			G'		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1回 Mean	-0.29	0.24	2.78	-0.26	0.11	2.80	-0.46	0.18	3.01	0.02	0.13	2.21	0.21	0.14	2.75	0.38	0.39	3.15	0.35	0.41	3.15
	SD	0.07	0.06	0.13	0.03	0.09	0.13	0.02	0.13	0.07	0.02	0.09	0.02	0.02	0.08	0.06	0.02	0.09	0.02	0.05	0.09
5回 Mean	-0.69	0.37	3.25	-0.89	0.19	3.40	-1.88	0.25	3.28	0.00	0.22	2.52	0.27	0.21	3.09	0.44	0.46	3.40	0.54	0.52	3.42
	SD	0.16	0.04	0.09	0.23	0.05	0.19	0.06	0.02	0.10	0.02	0.03	0.08	0.04	0.02	0.07	0.04	0.02	0.07	0.04	0.03
10回 Mean	-0.05	0.11	2.32	-0.03	0.04	2.40	-0.18	0.06	2.69	0.01	0.07	1.97	0.05	0.09	2.53	0.10	0.27	2.84	0.19	0.30	2.87
	SD	0.04	0.11	0.07	0.04	0.02	0.07	0.11	0.02	0.06	0.01	0.02	0.09	0.02	0.02	0.07	0.04	0.03	0.07	0.09	0.06
15回 Mean	0.04	-0.05	1.82	0.14	-0.01	2.00	0.11	0.02	2.22	-0.03	0.03	1.68	0.02	0.03	2.25	-0.01	0.09	2.49	0.08	0.18	2.56
	SD	0.07	0.10	0.12	0.06	0.02	0.06	0.09	0.01	0.06	0.02	0.02	0.09	0.01	0.02	0.09	0.02	0.06	0.09	0.06	0.04
18回 Mean	0.63	-0.26	1.43	0.73	-0.17	1.59	0.30	0.10	1.81	-0.03	-0.03	1.34	-0.11	-0.04	1.92	-0.23	-0.04	2.25	-0.12	-0.16	2.23
	SD	0.10	0.16	0.18	0.12	0.03	0.05	0.08	0.10	0.08	0.03	0.02	0.09	0.06	0.02	0.08	0.06	0.05	0.09	0.04	0.34
1回 Mean	-0.16	0.20	3.57	-0.46	0.15	1.78	-0.84	0.15	3.55	-0.01	0.16	2.99	0.36	0.14	3.46	3.46	0.38	3.31	0.48	0.48	3.52
	SD	0.05	0.05	0.09	0.15	0.03	1.92	0.08	0.14	0.09	0.03	0.03	0.09	0.02	0.02	0.08	0.08	0.01	0.08	0.03	0.08
5回 Mean	-0.42	0.36	3.77	-0.79	0.22	0.22	-1.25	0.32	3.78	-0.01	0.26	3.30	0.49	0.20	3.78	3.78	0.59	3.58	0.59	0.61	3.78
	SD	0.16	0.04	0.09	0.19	0.02	0.02	0.10	0.03	0.12	0.03	0.02	0.09	0.05	0.02	0.03	0.03	0.05	0.04	0.03	0.10
10回 Mean	0.04	0.12	3.19	-0.18	0.05	0.05	-0.75	0.11	3.21	0.00	0.09	2.67	0.25	0.09	3.22	3.22	0.11	3.08	0.96	0.33	3.26
	SD	0.10	0.03	0.12	0.11	0.03	0.03	0.06	0.02	0.11	0.03	0.03	0.10	0.03	0.02	0.09	0.09	0.03	0.07	0.03	0.06
15回 Mean	0.16	0.01	2.68	0.08	-0.03	-0.03	-0.55	0.04	2.87	0.00	0.03	2.33	0.12	0.04	2.61	2.81	0.01	2.73	0.06	0.14	2.95
	SD	0.05	0.05	0.07	0.05	0.03	0.03	0.05	0.03	0.10	0.02	0.02	0.10	0.05	0.04	0.04	0.09	0.02	0.09	0.06	0.05
18回 Mean	-0.08	0.16	3.23	-0.31	0.04	0.47	-0.85	0.14	3.30	0.00	0.12	2.78	0.23	0.11	3.27	3.27	0.24	3.13	0.34	0.37	3.32
	SD	0.25	0.14	0.47	0.37	0.12	0.12	0.26	0.13	0.41	0.02	0.10	0.41	0.16	0.07	0.40	0.40	0.25	0.36	0.23	0.20
1回 Mean	-0.35	0.21	1.98	-0.30	0.11	2.27	-0.46	0.18	2.06	-0.01	0.14	1.66	0.21	0.15	1.97	0.36	0.30	1.91	0.45	0.38	2.01
	SD	0.13	0.06	0.05	0.18	0.04	0.47	0.18	0.02	0.07	0.02	0.02	0.07	0.03	0.03	0.08	0.03	0.03	0.07	0.04	0.05
5回 Mean	-0.65	0.36	2.20	-0.66	0.22	2.26	-0.89	0.23	2.39	-0.05	0.19	2.06	0.31	0.19	2.21	0.49	0.42	2.16	0.58	0.53	2.08
	SD	0.10	0.06	0.06	0.33	0.03	0.04	0.09	0.82	0.04	0.02	0.02	0.05	0.06	0.03	0.07	0.07	0.04	0.07	0.06	0.04
10回 Mean	-0.08	0.12	1.82	-0.05	0.07	1.83	-0.13	0.12	1.80	0.00	0.07	1.35	0.11	0.07	1.73	0.20	0.18	1.60	0.21	0.20	1.72
	SD	0.06	0.04	0.09	0.04	0.02	0.09	0.07	0.03	0.11	0.02	0.02	0.08	0.04	0.04	0.05	0.06	0.02	0.07	0.06	0.05
15回 Mean	0.11	0.02	1.56	0.09	0.01	1.60	0.06	0.03	1.52	0.00	0.02	1.05	0.02	0.03	1.97	0.02	0.04	1.30	0.09	0.10	1.41
	SD	0.08	0.04	0.06	0.07	0.03	0.07	0.14	0.04	0.06	0.02	0.02	0.09	0.02	0.03	0.09	0.04	0.03	0.06	0.05	0.05
18回 Mean	0.56	-0.18	1.33	0.75	-0.15	1.34	0.27	-0.77	1.21	-0.01	-0.04	0.78	-0.09	-0.06	1.12	-0.29	-0.09	0.93	-0.13	-0.02	1.15
	SD	0.07	0.06	0.08	0.10	0.05	0.08	0.05	0.02	0.08	0.02	0.02	0.09	0.03	0.03	0.05	0.12	0.04	0.06	0.06	0.04
単位：%																					

単位：%

反対の場合である。

第 4 章 総括および検討

日常の補綴臨床における鑄造床の調製は、Co-Cr 合金による義歯がその主流をなしている^{7,40)}。また、Satoh⁴⁰⁾の技工所の調査によっても、現在の鑄造床は Ni-Cr 合金を取り扱う技工所よりも、Co-Cr 合金を取り扱う技工所の方が多いとされている。

しかし、局部床義歯は 1 歯欠損から 1 歯残存まで⁴¹⁾、また同一欠損でも残存歯の状況および欠損顎堤の状況により、その設計が複雑、多岐にわたることが多く、その場合には、その適合性が問題となる。この鑄造床の適合性を考慮した場合には、Co-Cr 合金より焼着反応が緩やかで、鑄造体表面の滑沢なものが得られる Ni-Cr 合金の応用⁹⁾が考えられ、石こう系埋没材が使用される。

また、この埋没材を使用して鑄造床用の複模型を作製する場合には、その専用の印象材が用いられる。この印象材には、流動性や再現性がよく、寸法安定性にも優れ、また弾性回復が速やかで、親模型の表面となじみも良く、無害、無刺激性で、カビないことなど、多くの所要性質^{1,3,23)}を備えているものが要求され、これには熱可逆性^{1,3,23)}の寒天複印象材が用いられている。

以上のように同一鑄造床を調製する場合でも、症例によってその使用合金を変える場合があり、Co-Cr 合金応用時に使用される印象材および埋没材についての報告は当教室の伊保内¹⁷⁾が報告しているが、石こう系についての報告はいまだ不十分である。

そこで著者は、局部床義歯学における臨床の立場から伊保内¹⁷⁾が行った Co-Cr 合金応用時のリン酸塩系用寒天複印象材の研究に引き続いて、石こう系用寒天複印象材についても、その物理的性状および複模型の精度について検討する必要があると認め、本実験を行った。

1. 印象材の弾性ひずみについて

局部床義歯調製時の印象は、その対象が硬組織の残存歯と軟組織の顎粘膜であり、それぞれ大なり小なり添窩域を有している。このそれぞれの添窩域を適正に再現するには、適度の弾性を有した印象材が応用される。また、この印象面より得られた親模型を複製して複模型を作製する場合も、同様に弾性のある印象材が要求され、それには弾性印象材の 1 つである寒天複印象材が応用されている。

この寒天複印象材は熱可逆性^{1,3,23)}で、経済性からも、

図 7 弾性ひずみの直線回帰

それを反復使用している³⁾のが一般的である。この反復して使用することが弾性ひずみにどのように影響するかを検討するために、本実験を行った。

本実験の成績(表 4)より、印象材を反復して使用することが弾性ひずみにどのように影響するかを、直線回帰分析して検討した。その結果を図 7 に示し、その下段に直線回帰式 $y = ax + b$ における a , b および相関係数 R を示した。本成績より、3 種類の印象材とも伊保内¹⁷⁾のそれと同様、ADAS No. 20 で示されている定荷重法による弾性ひずみ 4.0~25.0%²³⁾の範囲内であった。

川原ら³⁾の報告によると、寒天印象材を反復して使用するとその回数が増えるに従って急激に弾性ひずみが低下するとしているが、本実験(図 7)では、伊保内¹⁷⁾と同様に、反復回数が多くなるにつれ漸次直線的にその弾性ひずみが低下しており、川原ら³⁾のいう急激な弾性ひずみの低下傾向は認められなかった。

これは、この印象材が熱可逆性材料の水成コロイド印象材²¹⁾であるため水分が多く^{3,4)}、それを反復して使用することにより、加熱操作中に寒天中の水分が蒸発してしまい、また材料の組成も当初のそれとは変わることにもなる²¹⁾。

この点から考えると、川原ら³⁾は寒天印象材の溶解に開放なべを使用しており、著者は自動寒天溶解保存装置を使用しているため、その溶解法の相違によるものと思われる。

したがって、著者の溶解法と同様かもしくは類似した方法であれば、寒天材料の性質すなわち、多糖類であるという性質から徐々に多糖類が加水分解され、その強さ

と弾性が減少する⁵⁾ことにより、弾性ひずみの急激な低下はみられず、漸次低下してくるものと思われる。

以上のように寒天の溶解性の相違によってその弾性ひずみの減少傾向に遅速はあるが、反復使用によって弾性ひずみは漸次減少することから、これに関する印象材の反復使用の臨床的な限界基準の判断として、その弾性を経験的に手指により決定している⁴⁰⁾ことは意味があり、有効な手段であると思われる。

2. 印象材の色彩について

Satoh ら⁴⁰⁾のアンケート調査および日常の臨床技工操作からみると、この寒天印象材の反復使用におけるその臨床的な限界判断基準の1つとして触覚と視覚とに依っている。したがって、本実験ではこの視覚による判定の一助として色彩の影響⁴²⁾を検討した。

この測定に当っては、近年そのものがそのまま人間の知覚に対応しその色の差を数値として測定することが可能になった、三刺激値直読方式色彩色差計を使用して、印象材の反復使用による色彩の変化を測定した。

各印象材に関する $L^*a^*b^*$ の平均値および標準偏差の成績を表5に示した。

また、印象材の反復使用による色彩の影響⁴²⁾を検討するため、この表から直線回帰分析を行い、その結果を図6に、下段に直線回帰式 $y=ax+b$ における a , b および相関係数 R を示した。

この図から明らかなように、3種類の印象材とも L^* および a^* はともに負の相関を示したのに対し、 b^* は逆に正の相関を示した。

また、各印象材の反復使用による色彩の影響⁴²⁾をみると、 L^*a^* および b^* ともに特定の反復使用回数による急激な色彩変化は認められず、漸次直線的に変化する傾向が認められた。以上の表5および図6からは、色を視覚として識別しにくいので、 $L^*a^*b^*$ 表色系色度図を図8として作成した。

この図より、 L^* (明度) は、3種類の印象材ともに反復回数が多くなるにつれて低下する傾向が認められた。また、 a^*b^* は原点を無彩色とした色相と彩度に対応しており、反復使用による影響は、回数が増加するに従って、3種類の印象材は原点に向かって彩度が減少し、退色³⁵⁾する傾向を示している。

これは、反復使用の度に溶解による寒天印象材中の水分が蒸発することによる濃縮およびそのための組成変化³⁾と、印象材への埋没材の付着およびカビ^{1,3,23)}などが、寒天複印象材の彩度に影響したものと考えられる。

図8 印象材の $L^*a^*b^*$ 表色系色度図

したがって、本実験の結果から、印象材は反復して使用することにより色彩が漸次変化するので、その使用に当って色彩を臨床的な限界基準の一助として判断することは意味あることであり、有効な手段と思われる。

3. 複模型の変位率

1) 三次元的変位率

近年、臨床的な模型計測の傾向は、その精度を適切に評価するために、三次元的に精密に検索したものが多^い(8,26-31)。

したがって、本実験の模型計測においても、伊保内¹⁷⁾に準じ、三次元測定装置を使用して、複模型の変位変形を測定した。その結果を表6に示した。

その結果をみると、デントベストは、A'~G'の各計測点において、反復5回の複模型が一番高い変位率を示しており、ついで1, 10, 15, 18回の順に少なくなる傾向を示している。これは、サニメントDおよびルークベストによる複模型においても同様な傾向を示した。

これは、伊保内¹⁷⁾と同様な結果であり、同様のことが考えられる。すなわち、印象材の反復回数が多くなるにつれ、印象材中の液体成分(95%)が溶解操作の繰返しにより蒸発したり、模型材に吸収され、その量が漸次減少し、それによる水和膨張量の減少が、複模型に変形、すなわち変位率に影響を与えている^{12-14,17)}ということが考えられる。

したがって、反復回数が多くなると、Ni-Cr合金の鋳造収縮率に影響を与えることが考えられ、その使用に当っては熱可逆性で反復使用が可能な材料といえども、反復して使用する回数はあまり多くないほうが良いと思わ

れる。

2) 各軸変位率

各軸における複模型の変位率の成績を表 7 に示す。この成績から各計測点の変位方向を総体的に検討することとする。

複模型の中切歯相当部の D' については、X 軸方向すなわち左右方向においてほとんど変化がみられず、これは 3 種類の複模型とも同様であった。

Y 軸方向すなわち唇舌方向では、反復 5 回が最大の唇側変位率を示しており、反復回数が多くなるにつれ、D' は D に対して徐々に舌側の方向に変位する傾向がみられた。これは、3 種類の複模型とも同様であった。また、Z 軸方向すなわち上下方向でも、反復 5 回が最大変位を示した。これも 3 種類の印象材ともに同様であった。

左右犬歯相当部 C' および E' については、3 種類の複模型とも、唇舌方向である X 軸において反復 5 回が最も大きく唇側に変位した。そして、さらに反復回数がふえると舌側に入る傾向を示した。

左右小臼歯相当部 B' および F' さらに左右大臼歯相当部 A' および G' についても、C' および E' と同様な傾向であった。

以上を考察すると X 軸については、D' を除き各計測点ともに、反復 5 回で唇(頬)側方向に、そして反復回数がふえると舌側方向に変位しているが、これは複模型の変位率の大小と水和膨張量の大小とが相似的であると考えれば、反復回数が多くなるに従ってその水和膨張量も小さくなる¹⁷⁾ことが考えられる。また、金型に対する印象材の厚みが部位によって異なり、印象材が厚いほど印象材内部温度が低下する⁴³⁾ということから、それによって印象材の各部位によって冷却様相が異なり、それがひずみの相違となって現れたものと思われる。

また、D' については、左右方向の影響が他の部位(A', B', C', E', F', G')と違い、埋没材の膨縮による影響を特に受け、他の部位と異なる変位を示したものと考えられる。

また、埋没材自体からの影響をみると、これ自体が膨張および収縮するという複雑な変位変形を示す傾向がある^{12-14, 20)}とされている。したがって、印象材の反復使用による印象材中の水分の割合の変化、すなわち水和膨張の大小の差が埋没材の硬化時の寸法変化に大きく影響するものと考えられる。

Y 軸においては、伊保内¹⁷⁾と同様であり、また鈴木³¹⁾の報告とも同様に、模型が後方に変位する傾向であった。

Z 軸については、先人の報告^{17, 20, 31)}と同様に原型に対して高さが増加した。これは、印象材の反復使用によって印象材中の液体成分が減少し、それによる印象材の弾性ひずみの減少と、複模型が硬化時に凹形に変位する²⁰⁾ということに影響されているものと考ええる。

したがって、印象材の過度な繰返し使用が、鋳造床における適合性に大きな影響をおよぼすものと思われる。

本実験の結果より、石こう系埋没材用寒天複印象材の反復使用は、リン酸塩系のそれ¹⁷⁾と同様に、使用回数の増加により弾性ひずみと明度および彩度が低下し、複模型の精度にも影響をおよぼしたが、その使用限度は、複模型の変位率および各軸変位率から判断し、反復 5 回が限度であることが示唆された。

第 5 章 結 論

現在、補綴臨床に広く用いられている鋳造床の 1 つである Ni-Cr 鋳造床の適合性を検討する目的で伊保内¹⁷⁾に準じ、寒天複印象材の反復使用が、弾性ひずみ、色彩および複模型の精度におよぼす影響について検討した。その結果、以下の結論を得た。

1. 寒天複印象材の弾性ひずみは、その反復使用回数が多くなるに従って、漸次低下する傾向であった。
2. 寒天複印象材の色彩は、その反復使用回数が多くなるに従って、その明度および彩度が低下する傾向であった。
3. 複模型の三次元的変位率は、反復使用 5 回目が最大を示した。
4. 複模型の各軸変位率は、中切歯相当部を除いて、反復使用 5 回目が最大を示し、外側に変位したが、反復回数が多くなると、内側に変位する傾向であった。
5. 以上の結果から、寒天複印象材は、その使用回数が多くなると、複製される模型の変位率に影響を与え、合金の鋳造収縮率および適合性から、その使用限度は 5 回までであることが示唆された。

稿を終るにあたり、本研究に際して終始ご懇篤なるご指導および校閲を賜った日本大学大木一三教授、またご専攻の立場からご指導を賜りました日本大学大橋正敬教授、五十嵐孝義教授、森谷良彦教授に深甚なる感謝の意を表します。あわせて、本実験にご助言とご援助をいただいた本学補綴学教室員各位および補綴学専攻大学院生各位に対し、謝意を表します。

文 献

- 1) 越中 優, 柳田千恵子, 引地弘子, 野口八九重: 寒天印象材をテストする, *Dent. Echo*, 36: 16~27, 1976.
- 2) 金竹哲也: 歯科理工学通論, 191~195, 282~286, 永末書店, 京都, 1978.
- 3) 川原春幸, 権田悦通, 中村正明, 生内良男, 石崎順啓, 武田昭二: 歯科用コバルト・クロム合金鋳造法, 1~150, 医歯薬出版, 東京, 1979.
- 4) 長谷川二郎: 歯科鋳造学, 26~101, 医歯薬出版, 東京, 1980.
- 5) Craig, R.G. & Peyton, F.A., 長谷川二郎訳: 修復材料の歯科理工学, 上巻, 第5版, 244~246, クインテッセンス出版, 東京, 1978.
- 6) 野村順雄: 鋳造床製作にあたっての理論的な考え方と実際への応用(その6), *歯科技工*, 7: 39~49, 1979.
- 7) 大木一三, 尾花甚一, 関根 弘, 平沼謙二, 松尾悦郎: 床用材料に関する問題点の検討, 補綴誌, 28: 1237~1252, 1984.
- 8) 菰田 豊: リン酸系埋没材における水和膨張の抑制について, *歯科学報*, 75: 1185~1197, 1975.
- 9) 玉置敏夫, 杉上圭三, 斉藤俊司: リン酸塩系耐火模型の表面処理について—第1報 処理後の耐火模型表面の観察所見—, *歯科技工*, 5(3): 77~82, 1977.
- 10) 福井寿男: 鋳造用コバルト・クロム合金とリン酸塩系鋳型材との界面反応物に関する研究, *愛院大歯誌*, 12(1): 31~51, 1974.
- 11) 安齊 崎, 菊地久二, 小川士朗, 岸川昭夫, 藤本一夫, 椎原邦章: 埋没材の研究, *日大歯学*: 695~698, 1973.
- 12) 太田克子: 複模型の精度について, *歯科技工*, 3(4): 24~28, 1975.
- 13) 太田克子: リン酸塩系埋没材と水との微妙な関係, *DE*, 22: 30~33, 1972.
- 14) 太田克子: 寒天印象材中におけるリン酸塩系埋没材の硬化時膨張について, *愛院大歯誌*, 11: 231~243, 1974.
- 15) 太田克子, 長谷川二郎, 林喜代治, 寺井貞寿: リン酸塩系埋没材の水和膨張, *歯理工誌*, 19: 53~54, 1978.
- 16) 浮田恵司, 横井次郎: 寒天印象による複模型の寸法変化に及ぼす因子, *歯科技工*, 4: 53~60, 1976.
- 17) 伊保内利一: リン酸塩系埋没材用寒天複印象材に関する研究, *日大歯学*, 60: 37~49, 1986.
- 18) 野本 直, 鈴木 暎: 複製用寒天印象材について(第一報), *歯材器誌*, 6: 98~104, 1951.
- 19) 野本 直, 鈴木 暎: 粉末寒天を利用した複製用印象材, *歯材器誌*, 8: 48~54, 1951.
- 20) 山田隆司: 鋳造床の適合性に関する基礎的研究, 補綴誌, 23: 288~309, 1979.
- 21) 川原春幸: 臨床家のための歯科材料科学, 医歯薬出版, 110~130, 1946.
- 22) 野村順雄: 鋳造床製作にあたっての理論的な考え方と実際への応用(その5), *歯科技工*, 7: 415~422, 1979.
- 23) American Dental Association: Guide to Dental Materials and Devices, 6th Edition, American Dental Association, Illinois, 227~232, 1972.
- 24) Ichiwata, T., Ueda, K., Takeda, T., Gotoh, H., Shirane, M., Nakamura, A., Ibonai, T., Morita, E., Satoh, Y. & Ohki, K.: Research into the Colors of Denture Base Resin, *J. Nihon Univ. Sch. Dent.* 26: 30~38, 1984.
- 25) 植田耕一郎, 武田友孝, 一和田寿樹, 小林 公, 中村隆之, 森田栄一, 後藤ひろみ, 宇美隆生, 佐藤吉則, 大木一三: 義歯床の着色に関する研究 [I] 表面粗さおよび嗜好品が及ぼす影響について, 補綴誌, 29: 85~93, 1985.
- 26) 岩尾 徹: 三次元測定機による中型間接法模型の膨縮精度に関する研究, *歯材器誌*, 34: 136~147, 1977.
- 27) 稲葉 繁, 是沢恵三, 萩原重一, 鐘ヶ江修, 川名孝義, 亀沢範之: 三次元座標測定機の歯学研究への応用, 補綴誌, 25: 55~60, 1981.
- 28) 土生博義, 平口久子, 小林孝志, 田辺直紀, 茂木孝之: 三次元座標測定システムの歯科材料研究への応用, *日大歯学*, 56: 914~920.
- 29) 棧 淑行, 石塚 享, 小泉政幸, 羽田京太郎, 富田 豊, 長島信也, 松本幸士, 崔 大均, 庄司喜則, 幸田 茂, 八木庸行, 五十嵐孝義: 診療姿勢が支台歯形成面形態へ及ぼす影響について(第1報), 補綴誌, 26: 311~322, 1982.
- 30) 星野 亨, 潤米宏仁, 久保田幸生, 泉田一蔵, 田島直孝, 山田博明, 山本克之, 祇園白信仁, 森谷良彦: 印象採得法の基礎的検討(第1報), 補綴誌, 27: 759~766, 1983.
- 31) 鈴木 章: 歯列模型の寸法精度に関する基礎的研究, *歯学*, 71: 449~474, 1983.
- 32) 大野紀和, 大場芳弘, 斉藤 一, 中島俊朗, 渡辺 幸, 林政男, 日本人の歯, 歯列, 口蓋, 咬合および頭顔部の形態的研究, *愛院大歯誌*, 12: 57~63, 1974.
- 33) 藤城鉄英: 顎模型の寸法精度に関する研究, 補綴誌, 18: 382~402, 1975.
- 34) 大村 平, 統計解析のはなし, 195~224, 日科技連出版, 東京, 1980.
- 35) 日本色彩学会: 色彩科学ハンドブック, 83~146, 735~736, 東京大学出版会, 東京, 1982.
- 36) 菅原明喜: 歯科用審美的修復材の硫化水素ガスによる変色に関する研究, *歯材器誌*, 2: 381~400, 1982.
- 37) 有近徳幸: 保存修復材 pile-A に関する測色的研究, *歯科学報*, 79(7): 1489~1516, 1979.
- 38) 慶田安弘, 他: コンポジットレジンの色調に及ぼす裏装材の影響(第1報) 厚さと透過性の影響, *日歯保誌*, 25(3):

- 687～694, 1982.
- 39) 福井敬和：各種コンポジットレジンの色調に関する研究，
日歯保誌，24 (2)：381～402, 1981.
- 40) Satoh, Y., Ichiwata, T., Tsukui, J., Ishigami, K.,
Kasai, S., Ueda, K., Takeda, T., Shirane, M.,
Gotoh, H., Ibonai, T., Nakamura, A., Morita, E. &
Ohki, K. : Questionnaire Survey of Metal Plate
Construction, J. Nihon Univ. Sch. Dent., 25 : 253～
261, 1983.
- 41) 大木一三：局部床義歯学実習要綱，1～121，歯界広報社，
東京，1980.
- 42) 掘部 隆，岡本佳三，井上勇介，松浦智二，長岡幸一，宮
口 巖，右近晋一：焼付用陶材の色彩分析について（第 1
報）陶材焼成時のノンプレシヤス合金の色彩分析，福岡歯
科大学会誌，9：695～701, 1983.
- 43) 近藤豊一，大沢 誠，石岡 靖：寒天印象材に関する研究
（第 2 報）口腔内における寒天印象材に対する冷却効果に
ついて，補綴誌，19 (2)：261～265, 1975.