

〔原著〕 松本歯学 15 : 303~309, 1989

key words : 印象材 — 熱可塑性 — 高分子 — 物性

モデリングコンパウンド印象材と新しい
熱可塑性高分子印象材の特性について

杉江玄嗣, 洞沢功子, 永沢 栄, 高橋重雄

松本歯科大学 歯科理工学教室 (主任 高橋重雄 教授)

橋本京一

松本歯科大学 歯科補綴学第1講座 (主任 橋本京一 教授)

平嶺勝嗣, 外山恵一, 金子万造

横浜市開業

On the Characteristics of Modeling Compound Impression Materials
and a New High Polymer Thermoplastic Impression Material

GENJI SUGIE, NORIKO HORASAWA,
SAKAE NAGASAWA, SHIGEO TAKAHASHI

Department of Dental Technology, Matsumoto Dental College
(Chief : Prof. S. Takahashi)

KYOICHI HASHIMOTO

Department of Complete and Partial Denture Prosthodontics, Matsumoto Dental College
(Chief : Prof. K. Hashimoto)

KATSUJI HIRAMINE, KEIICHI TOYAMA and MANZOU KANEKO

Kanagawa Pref.

Summary

Currently marketed modeling compound impression materials, and a new thermoplastic high polymer impression material, were compared in terms of their thermoplastic characteristics, and their physical and mechanical properties. The twelve kinds of modeling compounds used included both Japanese and foreign products. The new material consists of poly capryl lactone. It must be softened at 72—82°C, but can be used for taking impres-

sions at 48°C. It has higher compressive strength and Young's modulus, but less elasticity than conventional modeling compounds. Its thermal conductivity is low, and its specific heat high. From these factors it is concluded that the new impression material is suitable for a variety of applications including impressions for an individual tray, for complete dentures, or for determining the occlusal relation.

結 言

熱可塑性印象材のモデリングコンパウンドは、加圧印象が可能な印象材として1844年以来使用されている。筋形成による機能印象で表現される粘膜面形状は口腔内での義歯の安定と咀嚼時の適切な位置の維持にとってかかせないものである。このような印象操作のできる印象材は他に見られない特性である。これらの印象材については多くの製品が市販されているにもかかわらず、橋本などにより臨床の手引きに示される解説¹⁻⁵⁾がある。しかし、その特性についての報告⁶⁻⁸⁾は少ない。本報は、これらの製品と温度特性、機械的性質ならびに操作性の性質を検討するとともにポリカプロラク톤を主成分とした高分子材料 Modeling material 55 の印象材としての性質について比較した。

Modelling material 55 は、モデリングコンパウンドと温度特性が若干異なる点があるが、乾熱加温により容易に軟化され、筋形成により顎堤と軟組織の機能印象が容易に採得され、表面が滑沢な石膏模型が得られ、臨床上で利点も高いと考え報告する。

材料と方法

1. 実験材料

実験に用いた材料は、表1に示すように市販の熱可塑性印象材モデリングコンパウンド12種およ

表1：実験に使用した製品と略号

製品名	略号	製品名	略号
GC modelling soft	GMS	Kerr green	KGN
GC medium	GMM	Kerr gray	KGY
GC Tray compound	GTC	Kerr red	KRE
GC Iso compound	GIC	Kerr white	KWH
GC Peri compound	GPC	Kerr black	KBL
GC Bite compound	GBC		
Shofu medelling	SMC	M.D.E.インブデン	M55
		MM55	

び熱可塑性高分子材料インブデン MM55である。以下、これらの材料は記号で記述する。図1は印象材 M55と乾熱加温器である。

2. 実験方法

試験片の作製は、50±5°Cで軟化した試料を金型に圧接し室温まで放冷した後、過剰部分を削り取り型面と平行になるように調製した。また、熱可塑性高分子材料については、乾熱加温器内で73~83°C 10分間加温軟化した後、55°C温水中で金型に圧接した。試験片は、金型に圧接作製してから24時間以上室温で経過した後に実験に使用した。加圧短縮試験は直径10 mm、高さ6 mmの試

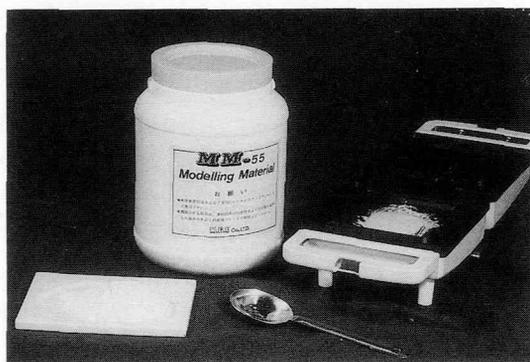


図1：新熱可塑性印象材インブデン MM55の材料と軟化用ホットプレート

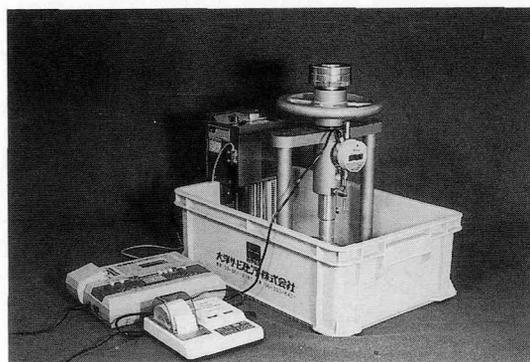


図2：各温度における加圧短縮率測定装置

験片に調製した。加圧短縮試験は、図2に示すように測定温度に調節した水槽内に Digimatic indicator IDC-543 (Mitutoyo社製) を装着した定荷重試験器で、2 kgf(19.6 N)の定圧を10分間試験片に加えた場合の高さの変化を測定した。短縮率は次の式で算出した。

$$\text{加圧短縮率} = \frac{\text{10分間加圧後の変化}}{\text{試験片の高さ}} \times 100$$

M55 は乾熱加温器内に10分間保温した後、測定

温度水槽内に10分間保持し、2 kgf 定圧を10分間加え、加圧短縮率を測定した。

圧縮試験は、高さ12 mm、直径6 mmの円柱状の試験片を作製し、23±2℃の実験室中でオートグラフ IS-5000 (島津製作所製) を用いて Lord speed0.5 mm/min で行ない荷重ひずみ曲線を描記した。耐力、弾性率は荷重ひずみ曲線より算出した。

細線再現性、石膏模型表面あらさは、ISO1563ア

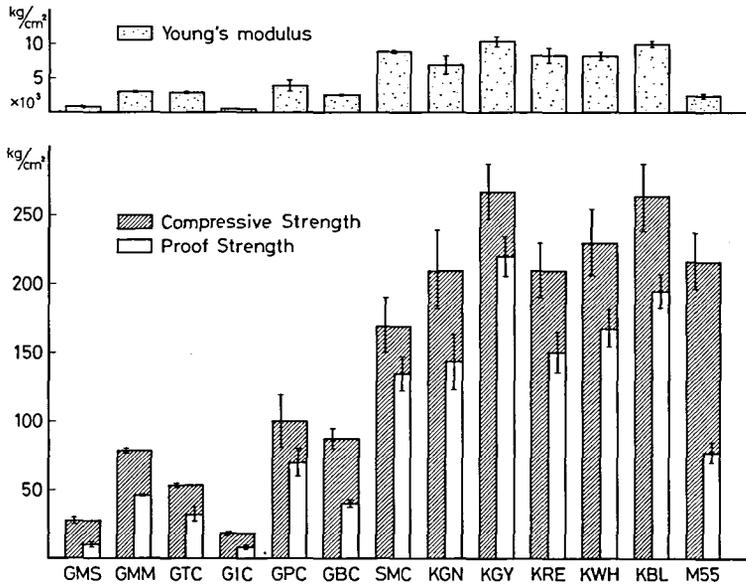


図3：各製品の圧縮強さ、耐力、およびヤング率

表2：熱可塑性印象材の性質

製品名	圧縮強さ kgf/cm²	耐力 kgf/cm²	弾性率 ×10³kgf/cm²	石膏模型面 アラサ Ra	細線再現性 μ	熱伝導率 kcal/m/°C/H	比熱 kcal/°C/kg
GMS	26.6(4.4)	9.1(3.3)	0.7(0.3)	3.4	—	0.35	0.3842
GMM	79.8(2.2)	47.1(1.4)	3.2(0.3)	3.2	50	0.31	0.3004
GTC	54.3(3.5)	33.0(4.6)	3.3(0.4)	3.0	—	0.45	0.4543
GIC	19.1(3.7)	8.4(1.5)	0.5(0.1)	1.6	—	0.34	0.3349
GPC	100.9(23.0)	70.4(13.2)	4.1(0.9)	3.4	—	0.39	0.3184
GBC	85.6(8.3)	41.0(3.6)	2.6(0.2)	3.0	75	0.31	0.3144
SMC	168.5(21.5)	134.5(15.2)	8.8(0.3)	3.0	—	0.36	0.4538
KGN	210.0(32.3)	143.2(19.2)	6.9(1.5)	3.0	50	0.33	0.3920
KGY	268.4(20.7)	219.4(16.0)	10.4(0.8)	3.4	—	0.25	0.2971
KRE	210.0(24.2)	150.4(20.0)	8.4(1.1)	3.0	—	0.44	0.4355
KWH	231.2(20.6)	168.5(16.5)	8.3(0.5)	3.4	75	0.40	0.3598
KBL	265.0(27.5)	195.3(14.4)	9.8(0.4)	3.8	75	0.26	0.3068
M55	219.2(20.7)	78.0(7.3)	2.5(0.4)	2.0	50	0.21	0.6343

() 内はSD

ルジネート印象材の細線再現性試験を行ない、比較検討した。

比熱、熱伝導率は熱定数測定装置 PS-7（理化学社製）で測定した。

結 果

表2は各製品について測定した圧縮強さ、耐力、弾性率、石膏模型面の中心線平均あらし、細線再現性の結果を示した。図3は各製品の圧縮強さ、耐力、弾性率について棒グラフで比較した。

圧縮試験においてGMS、GICは可塑性が大きく破断は認められず、圧縮された状態を示した。外国製品KGN、KGY、KRE、KWH、KBLは圧縮強さ210~268 kg/cm²、耐力143~219 kg/cm²を示し、GMMと比較して約3倍、弾性率6.9~10.4×10³ kg/cm²となっている。GMM、GPC、GBCは圧縮強さ80~101 kg/cm²、耐力47~70 kg/cm²、弾性率3.2~4.1×10³ kg/cm²と類似している。M55は、圧縮強度219 kg/cm²、耐力78.0 kg/cm²と大きな値を示し、弾性率2.5×10³ kg/cm²と小さな値を示している。

図4は、細線再現性試験の結果を示した。

ISO-1563の規格に準じて作成したマコールセ

ラミックのけい線ブロックは、50±8 μ、20±4 μ、75±8 μの溝となっている。GMM、KGN、M55は、50μ、KWH、KBLは75μまで確認された。GBCは75μ、M55は50μのけい線を明確に再現した波形を示している。20μの溝は、圧接により押しつぶされた辺縁像を示し、再現されていない。中心線平均あらしは、モデリングコンパウンドにおいて3.0~3.4 μを示しているが、GICは1.6 μと小さな値となっている。これは、石膏の発熱反応により表面が軟化され、溶融された状態となり、石膏表面が、ワックスコーティングされた状態を呈していることに原因している。M55は賦形材を含有しない高分子材料の特性から2.0 μと他の製品より小さく滑沢な面を呈している。

各製品の短縮率の測定は、JIS T-6504 歯科用インプレッションコンパウンド試験法と各温度の水中で10分間荷重することによる経時変化について比較を行なった。

規格の試験方法は所定の温度に10分間加熱した後室温において荷重を加える。図5は、45℃におけるGMMの規格試験法との比較結果である。水中浸漬30秒後より軟化し始め2分後には規格法による15秒後の値と一致し、5分以降10分後の加圧

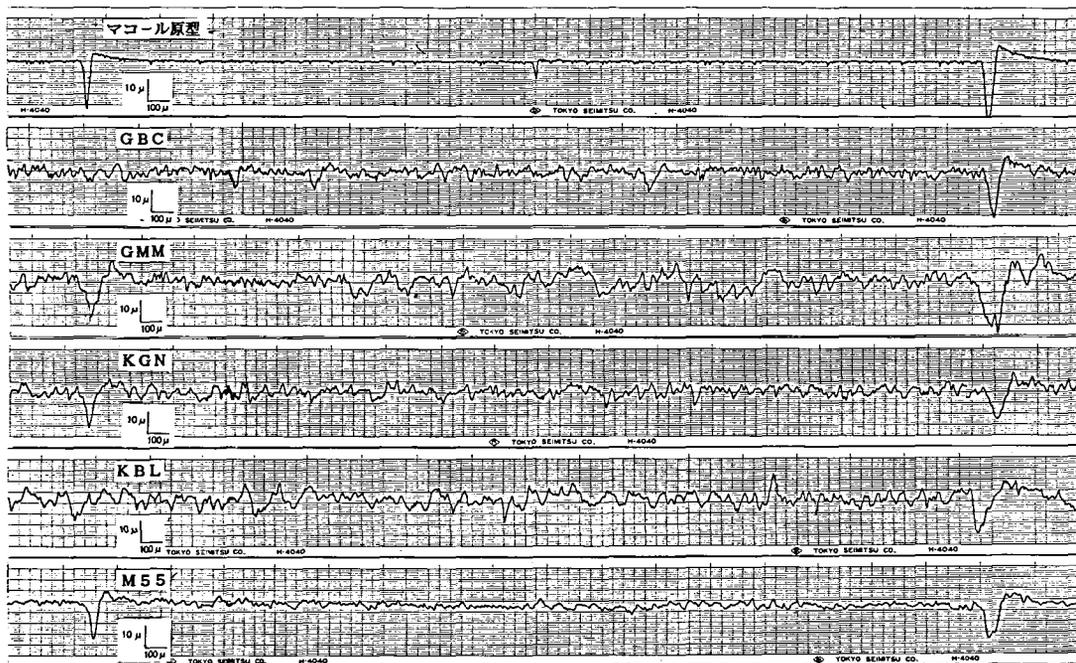


図4：各製品の印象より作製した石膏模型のあらしプロフィール

短縮率は一致している。この結果より本実験の短縮率は各温度の水中に10分間荷重した場合の寸法変化から算出した。短縮率の測定は、37℃、40℃、42.5℃、42.5℃以上、2.5℃間隔で60℃までの各温度において行なった。日本製品、外国製品それぞれについて材料と温度で分散分析を行なった結果は、いずれの条件も有意性の差が認められた。各材料の各温度における短縮率は、図6、7に示した。GMS、GICを除いて各製品はJIS規格の37℃、45℃の加圧短縮率に合格している。M55は、乾熱加熱器(72℃~82℃)内で10分間加熱保温し、各温度で測定した結果を示した。M55の短縮率は、48℃で78%/49℃で89%を示しモデリングコンパウンドJIS規格45℃の短縮率より高い温度で軟化した。

図8~10は、GMM、KRE、M55の37~50℃の各温度における荷重時の経時的短縮率を比較した。いずれの材料においても各温度浸漬5分で短

縮率は最大値に到達する。また42.5℃では、いずれの材料も50%以上の短縮率を示している。この結果はすべてのモデリングコンパウンド製品についても同様の傾向を示した。室温から加熱した場合、M55は可塑性が発現する温度が57.5℃と他の

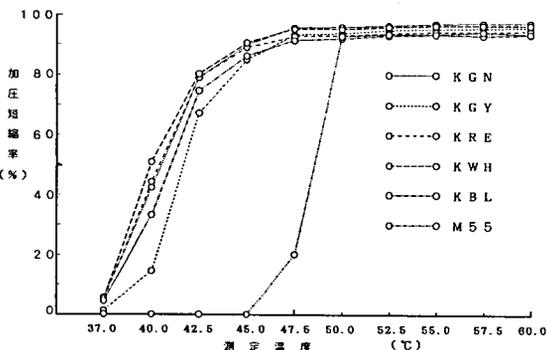


図7：外国産製品、および新熱可塑性高分子印象材に対する各温度の加圧短縮率

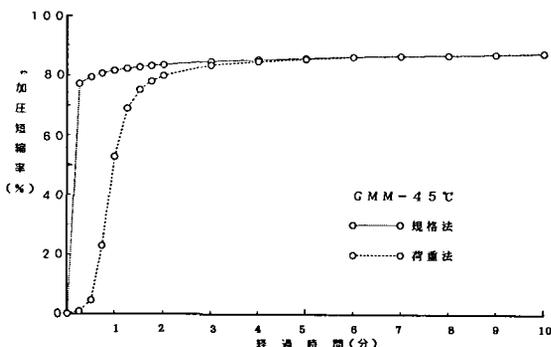


図5：加圧短縮率に対するJIS規格試験法と本実験で行った荷重法との比較

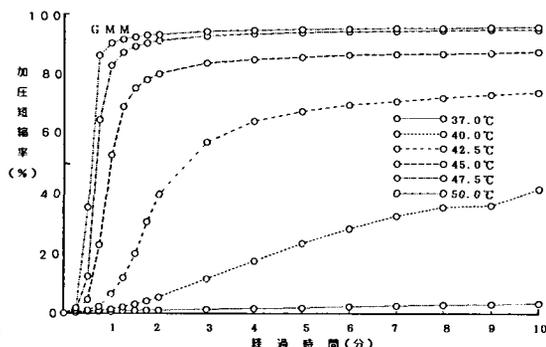


図8：GMMにおける加温温度と加圧短縮率の経時変化

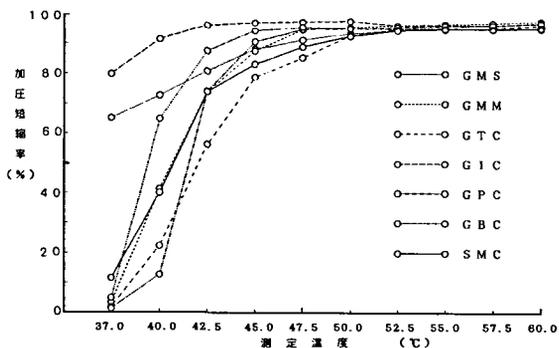


図6：国産製品に対する各温度の加圧短縮率

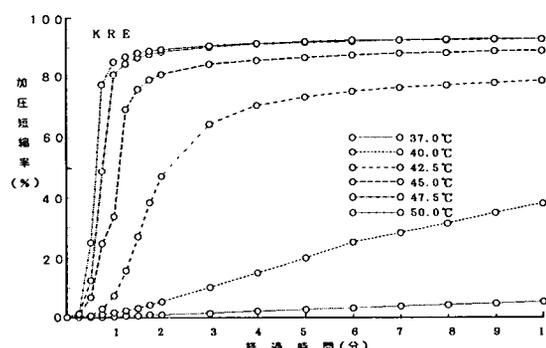


図9：KREにおける加温温度と加圧短縮率の経時変化

モデリングコンパウンドと比較して高い値となっている。

図11は、M55とGMMを軟化保温した状態から、口腔内温度37℃における操作性を考慮して経時的に短縮率を検討した結果である。M55では、1分後83%、2分後81%、3分後80%、4分後54%、5分後0.5%である。GMMでは、1分後70%、2分後41%、3分後29%、4分後9%、5分後5%を示した。いずれの材料も約4分間で37℃におけるJIS規格の短縮率15%以下を示さない。しかし、M55では、GMMの2分後に比較して3分後においても約80%と高い短縮率を示し操作時間が長くなっていることが認められる。

考 察

歯科用印象材は、種類とその製品の数も増えそれらの組成、性質にも種々なる改良が加えられている。熱可塑性印象材であるモデリングコンパ

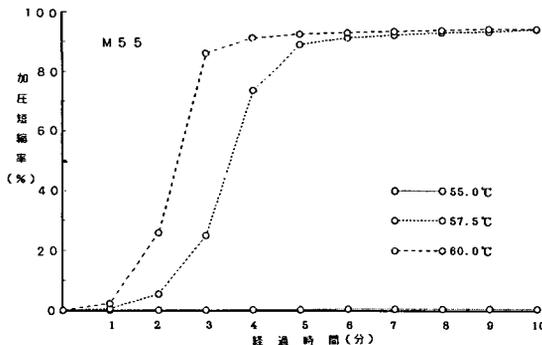


図10：M55における加温温度と加圧短縮率の経時変化

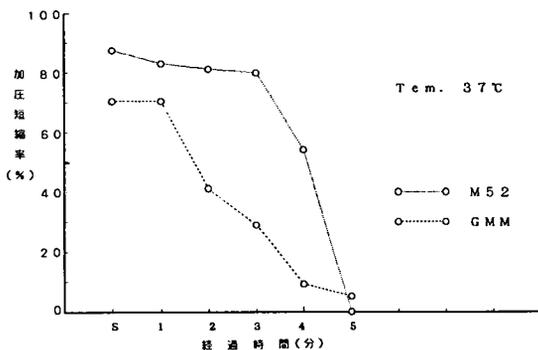


図11：37℃における加圧短縮率に対する軟化後放置時間の影響

ンドは、唯一の加圧により機能印象が可能な印象材として長い時間使用されている。印象材として多用されているアルジネート印象材は、口腔前庭および下顎舌側の印象辺縁部の周囲組織の動きが著しい部位、あるいは可動粘膜の大きい部位において顎骨形状の印象採得がされ難い。その結果として、義歯の安定と口腔内での適切な位置の維持は失われる症例が多く見られる。しかし、モデリングコンパウンドの印象はその操作性の煩雑さと作業時間が長いという欠点のみがみられる。熱可塑性印象材を評価するうえにおいて圧縮強さ、耐力、弾性率の比較は印象採得操作時における変形に関連する要因と考えている。

モデリングコンパウンドは用途からJIS規格によるI種印象用と、II種トレー用と規定されているが、印象材の強度については規定がない。外国製品のKGN, KGY, KRE, KWH, KBLは、それぞれの軟化操作温度が異なるが、耐力、弾性率は同等である。日本製品SMCはこれらと同等であるが、他の国産製品はいずれも小さい。またM55は耐力が大きく、弾性率は小さく柔軟性が認められる。

熱可塑性印象材は特性として表面が硬化しても内部まで同時に硬化が進行しない場合がある。撤去時に生ずる大きなひずみは、次第に回復しようとするエネルギーを残し、わずかな温度変化によっても変化する原因となっている。熱伝導率は、モデリングコンパウンドGMM0.31 kcal/m/°C/HとM55 0.21 kcal/m/°C/Hと異なる値を示している。M55は軟化時に十分な時間が必要であるが、いったん軟化された後は、熱伝導率が小さいことから保温性にすぐれ、表面温度と内部温度の間には差が認められる。GPC, KGYは42.5℃から40℃にかけ急激に短縮率に差が認められるが、他の製品は40~45℃の温度変化の中で短縮率が増大している。このような性状はモデリングコンパウンドが十分に硬化するまで時間をかけ、早期撤去による変形に注意しなければならない。M55では、48℃、78.1%、47.5℃、20.3%と0.5℃というわずかな温度変化により短縮率に大きな差が認められることから硬化に際して内部応力の緩和による変形が少ないことが示唆されている。また図11に示すように操作時間に余裕があり十分な機能印象が可能である。しかしながら、モデリングコン

バウンドは模型用材料が硬化中に発熱することによりコンバウンドが軟化し石膏が自由に硬化膨張できることから模型口蓋部における変形はおこらないとしている⁹⁾。このことから軟化開始温度が高い M55 では、石膏の硬化時膨張が抑制され、模型上顎口蓋部での変形がおこる可能性が示唆される。また、モデリングコンバウンドは、湯中に浸漬することにより構成成分が溶け出したり、加熱により樹脂成分の燃焼により材質変化をきたすことがある。この点単一成分である M55 は乾熱器内での軟化と保温を行なう方式により常に均一な可塑性が保たれる。熱可塑性材料は、加熱冷却における膨張収縮の大きさは避けられないが、印象材の特性から臨床の場で有効に利用される材料と考えられる。

結 論

市販の熱可塑性印象材のモデリングコンバウンド印象材とポリプロラクトンを主成分とする熱可塑性高分子印象材について温度特性、機械的性質ならびに操作性を検討し、以下の結論を得た。

1. 加圧短縮率は JIS-T6504 に規定されているように10分間軟化温度に浸漬した後に加圧した場合と軟化温度の恒温水槽中に入れ、直ちに10分間加圧した場合、同等の測定値が得られた。

2. モデリングコンバウンドは JIS 規格45℃においては短縮率がいずれも85%以上(トレーコンバウンドは70以上85%以下)であったが M55 は48℃において同等の結果となった。

3. M55 は、軟化温度が57.5℃で85%以上の短縮率になるが、72~82℃に加温軟化した場合は48℃において85%以上の短縮率を示した。

4. 外国製品は、圧縮強さ、耐力について SMC を除いた国産製品と比較して約3倍、弾性係数も約2.5倍と大きな値を示した。

5. M55 は、外国製品より弾性係数が小さいが

国産製品に比較すると耐力が大きい。

6. M55 は細線再現性が、50 μ で、石膏面の中心線平均あらさは2.0 μ と小さく滑沢な面を呈している。

7. M55 は、弾性率が小さく耐力が大きく、柔軟性に富み、比熱が大きく、熱伝導率が小さいことから保温性があり一次トレー印象、総義歯の最終印象、咬合採得など多目的な使用が可能である。

謝 辞

比熱、熱伝導率は富山県工業センター機械研究所 二口友昭先生に測定して頂きました。厚く感謝の意を捧げます。

文 献

- 1) 橋本京一 (1979) モデリングコンバウンド印象の勘どころ。DE, 50: 1~13.
- 2) 橋本京一 (1974) 床縁の決め方(上) 歯界展望, 44(1): 55~64
- 3) 橋本京一 (1974) 床縁の決め方(下) 歯界展望, 44(2): 197~205
- 4) 渡辺宣孝(1988)総義歯の一次印象を考える——顎堤のよりの確な印象へのアプローチ。補綴臨床, 21(1): 83~97
- 5) 渡辺宣孝(1988)総義歯の一次印象を考える——私の実際の一次印象—— 補綴臨床, 21(2): 201~212
- 6) American Dental Association Specification No. 3 for Impression Compound (1956) American dental Association. Chicago.
- 7) Bevan, E. M., and Smith, D. C. (1963) The properties of Impression compounds. Brit. Dent. J. 114: 181~185
- 8) Combe, E. C., and Smith, D. C. (1965) Further studies on impression compounds. Dent. Pract. 15: 292~294
- 9) Phillips. R. W. (1975) "Skinner's Science of Dental Materials" 7th ed (上)75~82. 医歯薬出版, 東京.