原著論文

咬合診査材に関する研究

歯科用貴金属系合金面への印記性能について

千葉 浩志

Studies on Occlusal Adjustment Supply

Marking on the Surfaces of Precious Metals for Dental Use

Hiroshi Chiba

Abstract : In the present study, the author determined the effects of clinical experience of the examiner, surface properties of the material and environmental conditions on the quality of occlusal adjustment supply in terms of the discriminating ability, marking repeatability and the bleeding rate in the case of marking on precious metals for dental use.

The above findings indicate that marking of highest quality can be achieved when polyethylene-supported EM is used with untreated casting surfaces of precious metals for dental use under dry conditions, regardless of the length of clinical experience of the examiner.

Key words : occlusal adjustment supply, discriminating ability, repeat marking, bleeding rate, property of surface

I. 緒 言

歯科臨床において、咬合診査と咬合調整はきわめて重要な診療行為であり、その際に使用される器材はその良否を左右する因子である。

これらの診療行為では、ペースト、ワックス、シリコンラバー、ペイント、紙、絹布およびポリエチレンフィルムなどを支持体とした、いわゆる咬合紙等の咬合診査材が使用されている^{1,2)}。

咬合診査や咬合調整法に関する報告は数多くみられるが、咬合診査材に関する検討は、祇園白ら³⁾と山田⁴⁾の報告以外にほとんどみられず十分に検討されているとはいえない。祇園白ら³⁾は、トレーシングペーパーへの咬合診査材の印記を検討した結果、ポリエチレンフィルムの咬合診査材の識別能が最も良好であり、くり返し印記回数は、ほとんどの咬合診査材で6回以内であったと報告している。山田⁴⁾は表面性状の異なるポーセレン板への咬合診査材の印記を検討した結果、識別能ではポリエチレンフィルムの咬合診査材で最も良く、くり返し印記回数では紙の咬合診査材で良好であったと報告している。しかし、これらの報告は、トレーシングペーパーと人工陶歯を想定したポーセレン板について検討したものであり、歯科臨床において使用されることが多い歯科用貴金属系合金面に関

日本大学歯学部歯科補綴学教室総義歯補綴学講座（指導：森谷良彦教授）

Department of Complete Denture Prosthodontics Nihon University School of Dentistry (Director : Prof. Yoshihiko Moriya)

平成4年4月8日受付

しては検索されていない。

そこで、著者は歯科用貴金属系合金面を印記対象として、臨床経験、表面性状および環境条件の相違が咬合診査材の性能に及ぼす影響を識別能、くり返し印記回数およびにじみ率で検討した。

II. 材料および方法

1. 被検グループ

被検グループは、山田⁴⁾の方法に従って、著者による万能投影機（日本光学社、V-16 A 型）20 倍拡大観察（以下、G I とする）、臨床経験 12 年以上の歯科医師 10 名（36～49 歳）による肉眼観察（以下、G II とする）、臨床経験 1～3 年の歯科医師 10 名（24～30 歳）による肉眼観察（以下、G III とする）および臨床経験のない日本大学歯学部学生 10 名（21～24 歳）による肉眼観察（以下、G IV とする）の 4 グループとした。

2. 咬合診査材

咬合診査材は、山田⁴⁾の報告の中から、支持体が紙の咬合診査材として簡便に臨床使用されている Articulating Paper（ジーシー社、赤色、Batch No. AO 12、以下、PG とする）および支持体がポリエチレンフィルムの咬合診査材として再現性の良好な Micro-Reg（Micr-O-Reg 社、黒色、Batch No. 1 S、以下、EM とする）の 2 種を選んだ。

3. 試験体

咬合診査材を印記させる試験体には、歯科用金合金として金合金キャストイングゴールド MC type I（ジーシー社、Batch No. 140340、以下、20 K とする）および歯科用金銀パラジウム合金として、12% 金銀パラジウム合金キャストウェル（ジーシー社、Batch No. 140340、以下、Pd とする）の 2 種の合金を選択した。試験体（13×13×3 mm）は、軟化したインレーワックスを滑沢なガラス板に圧接してロウ原型表面を滑沢に仕上げ⁵⁾、通法に従って埋没、鋳造し、各 10 個ずつ計 20 個製作した。

試験体の表面粗さ（以下、表面性状とする）は、鋳造後の素面（以後、CAST とする）、耐水エメリー研磨紙 240、800、1200 および 2500 番でそれぞれ表面仕上げした表面（以下、# 240、# 800、# 1200 および # 2500 とする）の 5 種である。

表 1 被験体の表面粗さ (Rz)

	20 K	Pd
CAST	2.93 (0.41)	2.96 (0.51)
# 240	6.69 (0.28)	5.31 (0.22)
# 800	1.60 (0.19)	1.65 (0.16)
# 1200	1.10 (0.14)	1.13 (0.12)
# 2500	0.58 (0.08)	0.56 (0.08)

unit: μm
(): SD

各試験体の表面粗さは⁶⁾、触針式表面形状試験器（東京精密社、サーフライザー 2000 A）を使用し、プローブ半径 $5\mu\text{m}$ 、測定荷重 0.4 g 以下、駆動速度 0.3 mm/s、測定距離 2.5 mm および Cut-off 値 0.8 mm で記録し、JIS B 0601⁷⁾の十点平均粗さ（以下、Rz とする）を測定した（表 1）。

4. 分 析

各咬合診査材を各表面性状の試験体に印記させた時の識別能、くり返し印記回数およびにじみ率は、祇園白ら³⁾および山田⁴⁾の報告に従って行った。識別能、くり返し印記回数およびにじみ率の測定には、表面性状 CAST の試験体で行い、その後に # 240、# 800、# 1200、および # 2500 の順に行った。

1) 識別能

各咬合診査材を 8×30 mm の大きさに裁断し、それぞれをプラスチック板に固定させた各試験体上面に、両端を接着した。これらを表面性測定機（新東科学社、Heidon Type 14 型）の試料台に設置し、100 g 荷重下の描記針（直径 1.0 mm、サファイヤ球）を用いて、25 mm/min で 20 秒間約 8 mm 試験体上面に第 1 印記線を印記した。さらに、第 1 印記線と 550 μm の間隔で第 2 印記線を平行に印記し、それ以降の印記線間隔を 50 μm ずつ減じて、印記線間隔が最小 150 μm となるまで計 10 本の印記線を印記し、それぞれの咬合診査材について各表面性状ごとに 10 個ずつ製作した。

なお、識別能の測定は、各被検グループが診療室や実習室の照明に関する JIS Z 9110⁸⁾の照度基準 300～400 lx の人工照明下にて行い、試料上の印記線の間隔が識別できる最小値の平均値をもって、咬合診査材の識別能とした。

2) くり返し印記回数

第 1 印記は、試験体上面の咬合診査材に 100 g 荷重下の描記針を約 5 mm 上方から落して、試験体に印記

した。第1印記以降は試験体の位置を変えて、咬合診査材の同一部位で第1印記と同一条件で試験体の不同部位に印記し、計10回くり返し印記を行った試料をそれぞれ10個製作した。

くり返し印記回数の測定は、各被検グループが試料上の第1印記を対照とし、その印記順序に従って、その印記外形が第1印記と比較し肉眼にて同一と判定した個数の平均値をもって、くり返し印記回数（以下、印記回数とする）とした。

3) にじみ率

乾燥状態（温度 $23 \pm 1^\circ\text{C}$ 、湿度 $50 \pm 5\%$ 、1時間）、 37°C 水中1秒および20秒間浸漬した環境条件の咬合診査材（ $8 \times 30 \text{ mm}$ ）を接着した試験体（以下、D、W1およびW20とする）を表面性測定機の試料台に固定した。そして、100g荷重下の描記針を用い25mm/minで20秒間試験体上面に印記線を印記した試験体を、それぞれの咬合診査材について5個製作した。

印記幅（以下、1とする）の測定は、被検グループG Iのみが中央部を含めた5カ所の印記線の幅を万能投影機20倍拡大で行った。

にじみ率は、下記の算出方法を用いて求めた。

$$\text{にじみ率} = \frac{l-t}{t} \times 100$$

$$t: \text{PG} = 186.3 \mu\text{m}$$

$$\text{EM} = 135.8 \mu\text{m}$$

以上の識別能、印記回数およびにじみ率はそれぞれ平均値と標準偏差を求め、各咬合診査材における試験体の表面性状差および被検グループ差を因子としたt-検定を行った。

III. 成 績

1. 識別能

試験体（20 K, Pd）に印記した咬合診査材（PG, EM）の識別能は表2に、試験体の表面性状差および被検グループ差を因子としたt-検定結果は表3～10に示した。

2. くり返し印記回数

試験体（20 K, Pd）に印記した咬合診査材（PG, EM）の印記回数は表11に、試験体の表面性状差および被検グループ差を因子としたt-検定結果は表12～19に示した。

3. にじみ率

試験体（20 K, Pd）に印記した咬合診査材（PG, EM）の印記幅（表20）から算出したにじみ率は表

表2 咬合診査材の識別能

グループ		CAST	# 240	# 800	# 1200	# 2500
PG	20 K	G I	370 (25)	380 (25)	410 (21)	380 (25)
		G II	362 (40)	378 (30)	395 (30)	384 (32)
		G III	345 (35)	359 (37)	399 (29)	356 (43)
		G IV	347 (37)	360 (36)	371 (35)	360 (44)
	Pd	G I	340 (21)	370 (27)	405 (15)	410 (21)
		G II	343 (34)	377 (61)	387 (52)	412 (42)
		G III	333 (41)	370 (52)	380 (48)	395 (39)
		G IV	306 (39)	383 (48)	383 (48)	408 (41)
EM	20 K	G I	190 (21)	235 (25)	230 (25)	200 (—)
		G II	186 (30)	230 (46)	223 (25)	233 (23)
		G III	189 (20)	218 (26)	225 (25)	220 (24)
		G IV	175 (25)	202 (30)	225 (25)	215 (23)
	Pd	G I	185 (24)	215 (24)	240 (21)	210 (21)
		G II	175 (29)	215 (27)	244 (16)	233 (23)
		G III	172 (25)	185 (27)	240 (20)	205 (15)
		G IV	163 (22)	205 (29)	239 (20)	225 (25)

注) PG: Articulating Paper

EM: Micro-Reg

20 K: 金合金キャストイングゴールド MC Type I

Pd: 12% 金銀パラジウム合金キャストウェル

unit: μm

(): SD

表 3 識別能の表面性状間の t-検定結果 (PG, 20 K)

	G I	G II	G III	G IV
CAST vs # 240	-	+	-	-
CAST vs # 800	-	-	#	-
CAST vs # 1200	#	#	#	+
CAST vs # 2500	-	+	-	-
# 240 vs # 800	-	-	+	-
# 240 vs # 1200	#	+	#	-
# 240 vs # 2500	-	-	-	-
# 800 vs # 1200	#	+	#	+
# 800 vs # 2500	-	-	+	-
# 1200 vs # 2500	#	-	#	-

注) 表 2 下注参照

- : 有意差なし

+ : 有意差あり ($\alpha=0.05$)

: 有意差あり ($\alpha=0.01$)

: 有意差あり ($\alpha=0.001$)

表 4 識別能の被検グループ間の t-検定結果 (PG, 20 K)

	CAST	# 240	# 800	# 1200	# 2500
G I vs G II	-	-	-	#	-
G I vs G III	#	#	-	+	#
G I vs G IV	#	#	#	#	#
G II vs G III	+	#	-	-	#
G II vs G IV	+	#	#	#	#
G III vs G IV	-	-	#	#	-

注) 表 2 および 3 下注参照

表 5 識別能の表面性状間の t-検定結果 (PG, Pd)

	G I	G II	G III	G IV
CAST vs # 240	#	+	#	#
CAST vs # 800	#	#	#	#
CAST vs # 1200	#	#	#	#
CAST vs # 2500	#	#	#	#
# 240 vs # 800	#	-	-	-
# 240 vs # 1200	#	#	#	#
# 240 vs # 2500	#	+	+	+
# 800 vs # 1200	-	#	-	#
# 800 vs # 2500	-	-	-	+
# 1200 vs # 2500	+	+	-	-

注) 表 2 および 3 下注参照

表 6 識別能の被検グループ間の t-検定結果 (PG, Pd)

	CAST	# 240	# 800	# 1200	# 2500
G I vs G II	-	-	+	+	#
G I vs G III	-	-	#	-	#
G I vs G IV	#	+	#	-	+
G II vs G III	-	-	-	+	-
G II vs G IV	#	-	-	-	-
G III vs G IV	#	-	-	+	-

注) 表 2 および 3 下注参照

表 7 識別能の表面性状間の t-検定結果 (EM, 20 K)

	G I	G II	G III	G IV
CAST vs # 240	#	#	#	#
CAST vs # 800	#	#	#	#
CAST vs # 1200	#	#	#	#
CAST vs # 2500	#	#	#	#
# 240 vs # 800	-	-	-	#
# 240 vs # 1200	-	-	-	+
# 240 vs # 2500	#	#	-	#
# 800 vs # 1200	-	+	-	+
# 800 vs # 2500	#	#	-	-
# 1200 vs # 2500	#	#	-	#

注) 表 2 および 3 下注参照

表 8 識別能の被検グループ間の t-検定結果 (EM, 20 K)

	CAST	# 240	# 800	# 1200	# 2500
G I vs G II	-	-	-	-	-
G I vs G III	-	#	-	+	#
G I vs G IV	#	#	-	#	#
G II vs G III	-	+	-	#	#
G II vs G IV	+	#	-	#	#
G III vs G IV	#	#	-	-	-

注) 表 2 および 3 下注参照

表 9 識別能の表面性状間の t-検定結果 (EM, Pd)

	G I	G II	G III	G IV
CAST vs # 240	#	#	#	#
CAST vs # 800	#	#	#	#
CAST vs # 1200	#	#	#	#
CAST vs # 2500	#	#	#	#
# 240 vs # 800	#	#	#	#
# 240 vs # 1200	-	#	#	#
# 240 vs # 2500	-	-	+	#
# 800 vs # 1200	#	+	#	#
# 800 vs # 2500	#	#	#	+
# 1200 vs # 2500	-	#	#	-

注) 表 2 および 3 下注参照

表 10 識別能の被検グループ間の t-検定結果 (EM, Pd)

	CAST	# 240	# 800	# 1200	# 2500
G I vs G II	-	-	-	#	-
G I vs G III	#	#	-	-	-
G I vs G IV	#	#	-	#	#
G II vs G III	-	#	-	#	-
G II vs G IV	+	-	-	-	#
G III vs G IV	-	#	-	#	-

注) 表 2 および 3 下注参照

表 11 咬合診査材のくり返し印記回数

グループ		CAST	# 240	# 800	# 1200	# 2500
20 K	G I	1.2 (0.4)	1.6 (0.3)	1.9 (0.6)	1.5 (0.4)	1.4 (0.5)
	G II	1.2 (0.4)	1.2 (0.4)	2.6 (0.5)	1.6 (0.5)	1.2 (0.4)
	G III	1.2 (0.4)	1.3 (0.5)	2.6 (0.5)	2.2 (0.4)	1.5 (0.5)
	G IV	1.7 (0.5)	2.3 (0.5)	3.4 (0.5)	2.4 (0.5)	1.7 (0.5)
PG	G I	1.6 (0.5)	1.6 (0.5)	2.2 (0.4)	1.4 (0.5)	1.4 (0.5)
	G II	1.5 (0.5)	1.5 (0.5)	2.8 (0.4)	1.8 (0.5)	1.4 (0.5)
	G III	1.4 (0.5)	1.6 (0.6)	2.8 (0.4)	2.2 (0.4)	1.7 (0.6)
	G IV	1.9 (0.3)	2.3 (0.5)	3.4 (0.5)	2.8 (0.4)	1.8 (0.4)
20 K	G I	1.2 (0.4)	1.2 (0.4)	1.2 (0.4)	1.0 (—)	1.0 (—)
	G II	1.2 (0.5)	1.2 (0.4)	1.1 (0.3)	1.2 (0.4)	1.1 (0.3)
	G III	1.4 (0.5)	1.6 (0.5)	1.1 (0.3)	1.0 (0.1)	1.2 (0.4)
	G IV	1.6 (0.4)	1.6 (0.5)	1.2 (0.4)	1.2 (0.4)	1.2 (0.4)
EM	G I	1.0 (—)	1.2 (0.4)	1.2 (0.4)	1.1 (0.3)	1.1 (0.4)
	G II	1.1 (0.2)	1.2 (0.4)	1.1 (0.3)	1.2 (0.4)	1.2 (0.4)
	G III	1.2 (0.4)	1.4 (0.5)	1.4 (0.2)	1.1 (0.3)	1.1 (0.3)
	G IV	1.4 (0.5)	1.4 (0.5)	1.4 (0.5)	1.3 (0.5)	1.3 (0.4)

注) 表 2 下注参照

unit : time
() : SD表 12 くり返し印記回数の表面性状間の t-検定結果
(PG, 20 K)

	G I	G II	G III	G IV
CAST vs # 240	≠	—	—	≠
CAST vs # 800	≠	≠	≠	≠
CAST vs # 1200	≠	≠	≠	≠
CAST vs # 2500	≠	—	≠	—
# 240 vs # 800	≠	≠	≠	≠
# 240 vs # 1200	+	≠	≠	—
# 240 vs # 2500	≠	—	≠	≠
# 800 vs # 1200	≠	≠	≠	≠
# 800 vs # 2500	≠	≠	≠	≠
# 1200 vs # 2500	—	≠	≠	≠

注) 表 2 および 3 下注参照

表 14 くり返し印記回数の表面性状間の t-検定結果
(PG, Pd)

	G I	G II	G III	G IV
CAST vs # 240	—	—	+	≠
CAST vs # 800	≠	≠	≠	≠
CAST vs # 1200	+	≠	≠	≠
CAST vs # 2500	+	—	≠	+
# 240 vs # 800	≠	≠	≠	≠
# 240 vs # 1200	≠	≠	≠	≠
# 240 vs # 2500	≠	—	—	≠
# 800 vs # 1200	≠	≠	≠	≠
# 800 vs # 2500	≠	≠	≠	≠
# 1200 vs # 2500	—	≠	≠	≠

注) 表 2 および 3 下注参照

表 13 くり返し印記回数のグループ間の t-検定結果
(PG, 20 K)

	CAST	# 240	# 800	# 1200	# 2500
G I vs G II	—	≠	≠	—	≠
G I vs G III	—	≠	≠	≠	—
G I vs G IV	≠	≠	≠	≠	≠
G II vs G III	—	—	—	≠	≠
G II vs G IV	≠	≠	≠	≠	≠
G III vs G IV	≠	≠	≠	+	≠

注) 表 2 および 3 下注参照

表 15 くり返し印記回数のグループ間の t-検定結果
(PG, Pd)

	CAST	# 240	# 800	# 1200	# 2500
G I vs G II	—	—	≠	≠	—
G I vs G III	≠	—	≠	≠	≠
G I vs G IV	≠	≠	≠	≠	≠
G II vs G III	—	—	—	≠	≠
G II vs G IV	≠	≠	≠	≠	≠
G III vs G IV	≠	≠	≠	≠	—

注) 表 2 および 3 下注参照

表 16 くり返し印記回数の表面性状間の t-検定結果
(EM, 20 K)

	G I	G II	G III	G IV
CAST vs # 240	—	—	≠	—
CAST vs # 800	—	—	≠	≠
CAST vs # 1200	≠	—	≠	≠
CAST vs # 2500	≠	—	≠	≠
# 240 vs # 800	—	—	≠	≠
# 240 vs # 1200	≠	+	≠	≠
# 240 vs # 2500	≠	+	≠	≠
# 800 vs # 1200	≠	—	≠	—
# 800 vs # 2500	≠	—	+	—
# 1200 vs # 2500	—	+	≠	—

注) 表 2 および 3 下注参照

表 18 くり返し印記回数の表面性状間の t-検定結果
(EM, Pd)

	G I	G II	G III	G IV
CAST vs # 240	≠	+	≠	—
CAST vs # 800	≠	—	≠	—
CAST vs # 1200	≠	+	+	—
CAST vs # 2500	+	+	+	—
# 240 vs # 800	—	+	—	—
# 240 vs # 1200	+	—	≠	—
# 240 vs # 2500	—	—	≠	—
# 800 vs # 1200	+	+	≠	—
# 800 vs # 2500	—	+	≠	—
# 1200 vs # 2500	—	—	+	—

注) 表 2 および 3 下注参照

表 17 くり返し印記回数のグループ間の t-検定結果
(EM, 20 K)

	CAST	# 240	# 800	# 1200	# 2500
G I vs G II	—	—	+	≠	≠
G I vs G III	≠	≠	+	—	≠
G I vs G IV	≠	≠	—	≠	≠
G II vs G III	+	≠	—	≠	+
G II vs G IV	≠	≠	+	—	—
G III vs G IV	≠	—	+	≠	—

注) 表 2 および 3 下注参照

表 19 くり返し印記回数のグループ間の t-検定結果
(EM, Pd)

	CAST	# 240	# 800	# 1200	# 2500
G I vs G II	≠	—	+	+	—
G I vs G III	≠	≠	≠	—	—
G I vs G IV	≠	≠	≠	≠	≠
G II vs G III	+	≠	≠	+	+
G II vs G IV	≠	≠	≠	—	—
G III vs G IV	≠	—	—	≠	≠

注) 表 2 および 3 下注参照

表 20 咬合診査材の印記幅

	グループ	CAST	# 240	# 800	# 1200	# 2500
PG	D	239.2 (9.8)	316.6 (10.5)	302.4 (18.6)	234.6 (9.8)	359.3 (15.2)
	20 K W 1	317.5 (9.1)	336.8 (7.3)	337.8 (13.1)	275.7 (13.8)	368.5 (15.0)
	W 20	355.2 (7.8)	379.2 (10.1)	368.1 (17.9)	328.6 (8.5)	437.7 (21.3)
	D	254.0 (7.8)	316.7 (6.8)	361.4 (10.6)	279.2 (13.6)	381.4 (7.6)
	Pd W 1	330.3 (10.0)	371.7 (6.8)	378.9 (9.8)	303.4 (11.5)	410.3 (24.7)
	W 20	387.0 (8.4)	402.5 (8.4)	388.1 (10.8)	363.9 (11.1)	452.8 (11.9)
EM	D	136.3 (7.9)	139.1 (8.9)	139.0 (8.2)	140.6 (7.26)	144.3 (2.9)
	20 K W 1	163.4 (6.5)	184.1 (7.3)	157.4 (3.8)	—	—
	W 20	166.2 (5.8)	180.8 (8.5)	143.9 (3.4)	—	—
	D	150.4 (7.1)	141.1 (5.3)	137.5 (3.9)	141.0 (3.0)	138.3 (4.9)
	Pd W 1	167.8 (5.9)	198.4 (7.1)	—	—	—
	W 20	153.0 (5.5)	178.7 (9.7)	—	—	—

注) 表 2 下注参照

unit : μm
() : SD

D : 乾燥状態 (23±1°C, 50±5%) の咬合診査材
W 1 : 37°C 温湯中 1 秒間浸漬した咬合診査材
W 20 : 37°C 温湯中 20 秒間浸漬した咬合診査材
— : 印記不能

表 21 咬合診査材のにじみ率

グループ		CAST	# 240	# 800	# 1200	# 2500
PG	D	28.5 (5.4)	70.1 (5.6)	64.5 (10.3)	25.9 (5.3)	92.9 (8.2)
	20 K W 1	70.3 (4.9)	80.8 (3.9)	81.3 (7.0)	48.0 (7.4)	97.8 (8.1)
	W 20	90.5 (4.2)	103.6 (5.4)	97.6 (9.6)	76.4 (4.6)	134.9 (11.4)
	D	36.3 (4.2)	70.5 (3.7)	94.0 (5.7)	49.9 (5.7)	104.7 (4.1)
	Pd W 1	77.9 (5.4)	99.5 (3.6)	102.7 (5.2)	62.8 (6.2)	122.4 (13.5)
	W 20	107.6 (4.5)	166.2 (6.5)	108.3 (5.8)	94.2 (5.9)	142.9 (6.4)
EM	D	0.4 (6.3)	2.7 (7.3)	2.1 (5.4)	3.9 (5.9)	10.0 (3.4)
	20 K W 1	20.3 (4.8)	35.4 (5.4)	16.0 (2.8)	—	—
	W 20	22.3 (4.3)	33.3 (6.3)	5.9 (2.5)	—	—
	D	10.4 (5.1)	5.4 (3.0)	1.3 (3.0)	3.8 (2.2)	2.1 (4.1)
	Pd W 1	24.0 (4.4)	46.1 (5.2)	—	—	—
	W 20	12.6 (4.0)	31.6 (7.1)	—	—	—

注) 表 2 および 20 下注参照

表 22 にじみ率の表面性状間の t-検定結果 (PG, 20 K)

	D	W 1	W 20
CAST vs # 240	≠	≠	≠
CAST vs # 800	≠	+	—
CAST vs # 1200	—	≠	≠
CAST vs # 2500	≠	≠	≠
# 240 vs # 800	—	—	—
# 240 vs # 1200	≠	≠	≠
# 240 vs # 2500	≠	≠	≠
# 800 vs # 1200	≠	≠	≠
# 800 vs # 2500	≠	≠	≠
# 1200 vs # 2500	≠	≠	≠

注) 表 2 および 20 下注参照

表 24 にじみ率の表面性状間の t-検定結果 (PG, Pd)

	D	W 1	W 20
CAST vs # 240	≠	≠	≠
CAST vs # 800	≠	≠	—
CAST vs # 1200	≠	≠	≠
CAST vs # 2500	≠	≠	≠
# 240 vs # 800	≠	—	≠
# 240 vs # 1200	≠	≠	≠
# 240 vs # 2500	≠	≠	≠
# 800 vs # 1200	≠	≠	≠
# 800 vs # 2500	≠	+	≠
# 1200 vs # 2500	≠	≠	≠

注) 表 2 および 20 下注参照

表 23 にじみ率の環境条件間の t-検定結果 (PG, 20 K)

	CAST	# 240	# 800	# 1200	# 2500
D vs W 1	≠	≠	≠	≠	—
D vs W 20	≠	≠	≠	≠	≠
W 1 vs W 20	≠	≠	≠	≠	≠

注) 表 2 および 20 下注参照

表 25 にじみ率の環境条件間の t-検定結果 (PG, Pd)

	CAST	# 240	# 800	# 1200	# 2500
D vs W 1	≠	≠	≠	≠	≠
D vs W 20	≠	≠	≠	≠	≠
W 1 vs W 20	≠	≠	—	≠	≠

注) 表 2 および 20 下注参照

21 に、試験体の表面性状差および被検グループ差を因子とした t-検定結果は表 22~29 に示した。

IV. 総括および検討

1. 咬合診査材と試験体について

日常臨床における咬合診査と咬合調整は、重要な診療行為であり、適切にかつ慎重に行わなければならない。これらの診療行為は、種々な表面性状を有している自然歯、歯冠修復物、有床補綴物および石膏模型な

どを対象としている。

特にクラウン・ブリッジでは、咬合診査材を用いて、咬合器に付着した作業模型上の鑄造冠の咬合関係を咬合診査し、ラウンドバーやカーボランダムポイントを用いて、鑄造冠の咬合調整が行われている。その後にシリコンホイール、シリコンポイントおよびサンドペーパーコーンなどの研磨材料を用いて研磨された鑄造冠は、口腔内の試適および合着時に再び咬合診査し、必要に応じて咬合調整されている¹¹⁾。これらの操作では、咬合診査材によって印記の部位や大きさが異

表 26 にじみ率の表面性状間の t-検定結果 (EM, 20 K)

	D	W 1	W 20
CAST vs # 240	-	#	+
CAST vs # 800	-	-	#
CAST vs # 1200	-	#	#
CAST vs # 2500	+	—	—
# 240 vs # 800	-	—	—
# 240 vs # 1200	-	—	—
# 240 vs # 2500	-	—	—
# 800 vs # 1200	-	—	—
# 800 vs # 2500	+	—	—
# 1200 vs # 2500	-	—	—

注) 表 2 および 20 下注参照

表 27 にじみ率の環境条件間の t-検定結果 (EM, 20 K)

	CAST	# 240	# 800	# 1200	# 2500
D vs W 1	#	#	#	—	—
D vs W 20	#	#	-	—	—
W 1 vs W 20	-	-	#	—	—

注) 表 2 および 20 下注参照

表 28 にじみ率の表面性状間の t-検定結果 (EM, Pd)

	D	W 1	W 20
CAST vs # 240	-	#	#
CAST vs # 800	#	—	—
CAST vs # 1200	+	—	—
CAST vs # 2500	+	#	—
# 240 vs # 800	-	—	—
# 240 vs # 1200	-	—	—
# 240 vs # 2500	-	#	—
# 800 vs # 1200	-	—	—
# 800 vs # 2500	-	—	—
# 1200 vs # 2500	-	—	—

注) 表 2 および 20 下注参照

表 29 にじみ率の環境条件間の t-検定結果 (EM, Pd)

	CAST	# 240	# 800	# 1200	# 2500
D vs W 1	#	#	—	—	—
D vs W 20	#	#	—	—	—
W 1 vs W 20	#	#	—	—	—

注) 表 2 および 20 下注参照

なること、試験体との使用組合せによって色彩的な影響を受けることが予測される。

そこで本研究では、咬合診査材としては支持体が紙で赤色の PG とポリエチレンフィルムで黒の EM、試験体としては歯科用貴金属系合金のなかから黄色系合金の 20 K と白色系合金の Pd を対象とし、色彩的にも検討することとした。

試験体の表面性状は、歯科用貴金属系合金の鑄造後、カーボランダムポイント、サンドペーパーコーン、シリコーンポイント (茶色) およびシリコーンポイント (青色) の使用後の表面性状とすることにした。CAST 以外の試験体の表面性状は、耐水エメリー研磨紙 240, 800, 1200 および 2500 番で表面仕上げを行った。

表面性状 CAST の Rz 値 (表 1) は、20 K で 2.93 μm および Pd で 2.96 μm となり、鑄造後の表面粗さに関する山根¹²⁾と臼井⁵⁾の報告と同程度であった。表面性状 # 240, # 800, # 1200 および # 2500 の Rz 値は、仕上げ加工および研磨に関する報告¹³⁻¹⁵⁾で示されたカーボランダムポイント (松風, # 20), サンドペーパーコーン (晴光社, 細), シリコーンポイント (松風, 茶色, # 13) およびシリコーンポイント (松風, 青色, # 13) のそれぞれの Rz 値に近似していた。

2. 識別能について

臨床経験の異なる被検グループが 5 種の表面性状 (表 1) の試験体に印記された印記線間隙を、どの程度まで識別可能かについて、咬合診査材の識別能で検討した (表 2-10)。

支持体の相違による咬合診査材の識別能 (表 2) では、支持体が紙の咬合診査材 (PG) を使用した場合、試験体 (20 K, Pd) の各表面性状および被検グループによる識別能は、20 K で 345-410 μm および Pd で 306-412 μm であった。ポリエチレンフィルムの咬合診査材 (EM) では (表 2), 20 K が 175-235 μm および Pd が 163-244 μm であった。

咬合診査材の識別能に関して、祇園白ら³⁾、山田⁴⁾ および広瀬ら¹⁶⁾以外には、僅かに臨床術式として述べているにすぎない。祇園白ら³⁾は、トレーシングペーパーを試験体として 15 種の咬合診査材を著者と同じ測定方法で検討した結果、EM (250 μm) が最も優れた識別能を示し、PG は 300-400 μm であったと報告している。そしてこの所見について、咬合診査材の厚さ (PG: 36.0 μm , EM: 18.8 μm) の差による影響ではなく、それぞれの着色剤や支持体の相違が要因ではないかと述べている。山田⁴⁾は、7 種の表面性状のポーセレン板を試験体として、7 種の咬合診査材を著者と同じ測定方法で検討した結果、EM (209-354

μm) が最も良好な識別能であり、PG は 259~386 μm であったと報告し、それぞれの咬合診査材の着色剤材質の相違がポーセレン板への印記着色剤の付着に影響を与えたのではないかと述べている。この所見に比して著者の成績では、20 K と Pd とともに、PG は同程度であったが、EM は小さかった。硬質石こう板を試験体として分解能テスト用歯車にて咬合診査材を印記させて検討し、PG の分解能が 30 μm とした広瀬ら¹⁶⁾の報告に比して、著者の成績は約 10~14 倍大きかった。

これらのことは、咬合診査材と試験体との色彩関係すなわち色の識別性¹⁷⁾の影響を受けると推察されるので、咬合診査材と試験体の表面色を三属性による色の表示方法 JIS Z 8721¹⁸⁾に従って色相、明度および彩度で表示すると、咬合診査材 PG が 4 R 4.0/11、咬合診査材 EM が N 1.0、試験体 20 K が 10 YR 7/6 および試験体 Pd が 7.5 YR 8/6 であった。

これらの資料から、咬合診査材 PG と試験体 20 K ならびに咬合診査材 PG と試験体 Pd の組合せによる色の識別性は、色相が近似し、明度がやや差を認める結果を考慮すると、それほど良好ではない。咬合診査材 EM と試験体 20 K ならびに咬合診査材 EM と試験体 Pd の組合せでは、明度差がきわめて大きい結果、良好な識別性であるといえる。これらの結果を考慮すると、著者の識別能の成績は、咬合診査材と試験体の表面色の組合せが少なからず影響を与えたことが唆された。

試験体の表面性状の相違による咬合診査材の識別能では (表 2, 3, 5, 7, 9)、表面性状 CAST が試験体 20 K と咬合診査材 PG の組合せでは、他の表面性状と同程度であった。しかし、表面性状 CAST は、Pd と PG、20 K と EM ならびに Pd と EM の組合せで、他の表面性状より一部を除いて著明に優れていた。

著者の成績は、山田⁴⁾が表面性状の異なるポーセレン板で検討した結果、表面性状の粗い方が平滑なものより高い識別能の傾向を示したと述べている所見と同様に、表面性状 CAST ($R_z: 2.93\sim 2.96\ \mu\text{m}$) が最も優れた識別能であった。これらの結果は、歯科用貴金属系合金では咬合診査材の着色剤が、铸造後の表面性状で最も機械的に付着しやすく明瞭であったことを示している。

表面性状 CAST を除いた他の表面性状の識別能は、一部を除いてほぼ同程度 (185~412 μm) であった (表 2, 3, 5, 7, 9)。

これらの著者の成績は、山田⁴⁾の報告とほぼ同じ傾向を示した。歯科金属の表面色と表面粗さとの関係を検討した貴美島¹⁹⁾は、歯科金属の表面色が透明あるいは不透明の陶材の表面色と大きく異なり、その表面粗さを #800 以上で鏡面仕上げした有色金属の表面色は入射光が多くなりすぎて何色か不明となり、表面を荒らし乱反射をさせて入射光量を減少させることで測色できたと報告している。このような所見が、本研究についてもいえるために、ペーパーコーンやシリコンポイント (茶色と青色) で仕上げ研磨した歯科用貴金属系合金の表面に印記された咬合診査材の識別が困難となったといえる。

臨床経験の相違による咬合診査材 PG の識別能では (表 2, 4, 6, 8, 10)、被検グループ G II と G III は G I とほぼ同程度であったが、G IV は一部を除いて優れていた。咬合診査材 EM では、すべての被検グループはほぼ同程度であった。

山田⁴⁾がポーセレン板で検討した結果、咬合診査材 PG の識別能はその精度以上に過大評価して臨床経験の少ないほどその傾向が強いと、咬合診査材 EM は逆に過小評価の傾向を示したと述べている報告と、著者の成績は異なっていた。

これらの所見から咬合診査材 PG では臨床経験のある G II と G III は、顕鏡的な識別能 (G I) とほぼ同程度であり、歯科用貴金属系合金の印記線を咬合診査材の性能にほぼ近似して判読できたといえる。臨床経験のない G IV は、逆に咬合診査材の精度以上の値まで肉眼的に誤って判読したことを示している。咬合診査材 EM では、臨床経験の有無に関らずに、咬合診査材の精度に近似して判読できたことを示している。

3. くり返し印記回数について

臨床経験の異なる被検グループが 5 種の表面性状 (表 1) の試験体の印記をどの回数まで肉眼にて同一と判定するかについて、咬合診査材のくり返し印記回数で検討した (表 11~19)。

支持体の相違による咬合診査材の印記回数 (表 11) では、支持体が紙の咬合診査材 PG を使用した場合、試験体 (20 K, Pd) の各表面性状および被検グループにおけるくり返し印記回数は 20 K と Pd で約 1~3 回、ポリエチレンフィルムの咬合診査材 EM は、20 K で約 1~2 回および Pd で約 1 回であった。

著者の成績は、トレーシングペーパーの値⁹⁾と同程度であるが、ポーセレン板の値⁴⁾よりやや少なかった。

た。

咬合診査材の小さな印記 ($\phi=1.0$ mm) を試験体表面に印記した場合では、咬合診査材の印記は試験体の表面色の影響を受ける色対比現象²⁰⁾が起これと考えられる。この現象を考慮すると、無彩色な咬合診査材 EM は、有彩色の試験体 (20 K) に印記することによって、背景の補色の色がかかって識別しやすくなった結果、第 1 印記との差を適確に判定したのではないかと考える。

試験体の表面性状の相違による咬合診査材 PG の印記回数では (表 11, 12, 14, 16, 18), 表面性状 CAST は、他の表面性状より一部を除いて有意に少なかった。咬合診査材 EM は、表面性状 CAST が G III と G IV で他の表面性状より一部を除いて有意に多かったこと以外では、すべての表面性状はほぼ同程度であった。

山田⁴⁾がポーセレン板への印記回数を検討した結果、表面性状の粗な方が平滑なものより少ない印記回数を示したと述べている所見に比して、著者の成績は同様であった。これらの結果は、咬合診査材の着色剤が粗な表面性状の試験体では第 1 回印記でその大部分が付着してしまうためではないかと考えられる。

臨床経験の相違による咬合診査材 PG のくり返し印記回数では (表 11, 13, 15, 17, 19), 被検グループ G II と G III は G I とほぼ同程度であったが、G IV は他の被検グループより一部を除いて有意に多かった。咬合診査材 EM では、すべての被検グループはほぼ同程度であった。

ポーセレン板への印記回数を検討した結果、臨床経験の少ないほど過大評価の傾向を示したと報告している山田⁴⁾の所見に比して、著者の成績は同じであった。これらの結果から、臨床経験の有無による咬合診査材のくり返し印記回数の評価が、その識別能と同じ傾向であったことを考えると、くり返し印記回数と識別能はともに、被検グループの加齢による視力低下などよりも臨床経験の有無による影響を受けたと推察される。

4. にじみ率について

日常臨床において、咬合診査材を用いた咬合診査時に、稀に咬合接触のない部位に印記をみる場合がある。この原因としては、咬合診査材の厚さ、着色剤および吸水性の相違によると思われる。

そこで、3 環境条件の咬合診査材によって 5 種の表

面性状の試験体に印記された印記線がどの程度までにじむかについて、咬合診査材のにじみ率で検討することとした。

支持体の相違による咬合診査材のにじみ率 (表 21) では、支持体が紙の咬合診査材 (PG) を使用した場合、試験体 (20 K, Pd) の各表面性状によるにじみ率は、20 K で 28.5~134.9 および Pd で 36.3~142.9 であった。ポリエチレンフィルムの咬合診査材 (EM) は (表 21), 20 K で 0.4~35.4 および Pd で 1.3~46.1 であった。環境条件 W 1 と W 20 とにおいて、20 K への印記幅は表面性状 # 1200 と # 2500 で、Pd のそれは # 800, # 1200 および # 2500 で測定できなかった。

トレーシングペーパーで検討した祇園白⁹⁾は、咬合診査材 PG が 19.3~34.7 および EM が 17.7 であったと報告し、特に EM は 1 分間以上水への浸漬で印記不能となったとも述べている。ポーセレン板を検討した山田⁴⁾は、PG が 21~204 および EM が 3~45 であったと述べ、特に両咬合診査材はともに最も滑沢な表面性状 GL ($R_z: 0.29$) で印記不能になったと報告している。この所見に比して、著者の成績はトレーシングペーパーの値よりやや大きい。ポーセレンの値と同程度である。これらの相違は、咬合診査材が印記される試験体の親和性などの材質が原因ではないかと考えられる。さらに、歯科用貴金属系合金 20 K をシリコーンポイント (# 1200) 以上に仕上げ研磨した表面性状に、また Pd をサンドペーパーコーン (# 800) 以上に仕上げ研磨した表面性状に対して、ポリエチレンフィルムの咬合診査材 EM を使用する場合、W 1 と W 20, すなわち咬合診査時に唾液で浸潤されると印記不能となるので、その臨床使用に注意することが示唆された。

試験体の表面性状の相違による咬合診査材 PG と EM のにじみ率では (表 21, 22, 24, 26, 28), 表面性状 CAST は一部を除いて有意に最も小さかった。しかし、咬合診査材 EM と試験体 Pd の組合せでは、逆に、表面性状 CAST が一部を除いて有意に最も大きかった。

ポーセレン板によるにじみ率を検討した結果、咬合診査材の使用時には人工陶歯の表面性状に考慮する必要性が高いことが示唆された。と述べている山田⁴⁾の所見に比して、著者の成績は咬合診査材 PG がやや大きい。ほぼ同じ傾向を示していた。咬合診査材 EM はほぼ同程度であったが、そのにじみ率は試験体 20

K との組合せで逆の傾向を、試験体 Pd で同じ傾向を示した。これらの結果は、識別能が表面性状 CAST ($R_z: 2.93 \sim 2.96 \mu\text{m}$) が最も優れていた所見を裏づけることとなり、咬合診査材のにじみ率に関しても咬合診査や咬合調整は鑄造後の表面性状で行うことの必要性を示唆している。

環境条件の相違による咬合診査材 PG と EM ののにじみ率では (表 21, 23, 25, 27, 29), 環境条件 D は, W 1 と W 20 よりそれぞれ有意に小さかった。

ポーセレン板によるにじみ率を検討した山田⁹⁾は、環境条件 D で最も小さく、浸漬させるとより大きく、浸漬時間を長くするに従ってさらに大きくなる傾向であったと報告している。しかし、咬合診査材 EM は湿潤状態で使用すると、最終仕上げ研磨した表面性状 GL ($R_z: 0.29$) に印記不能となったとも述べている。この所見に比して、著者の成績はほぼ同様であった結果、臨床使用に際して、咬合診査材は可及的に乾燥状態が好ましく、特に浸潤状態で使用すると、咬合診査材 PG はにじみ率が大きいために不明瞭になる傾向を示すことが明らかになった。

V. 結 論

咬合診査材の性能を歯科用貴金属系合金 2 種を用いて、支持体、表面性状、臨床経験および環境条件の相違による識別能、くり返し印記回数およびにじみ率への影響を検討した結果、以下の結論を得た。

1. 識別能

1) 咬合診査材 PG について

試験体 20 K の識別能では、表面性状 CAST ($347 \sim 370 \mu\text{m}$) が他の表面性状と同程度であったが、# 1200 は有意に大きかった。試験体 Pd では CAST ($306 \sim 343 \mu\text{m}$) が他の表面性状より一部を除いて有意に小さかったが、他の表面性状はほぼ同程度であった。

被検グループ G I, G II および G III ($333 \sim 412 \mu\text{m}$) はほぼ同程度であったが、G IV は一部を除いて有意に小さかった。

2) 咬合診査材 EM について

試験体 20 K と Pd の識別能では、表面性状 CAST ($163 \sim 190 \mu\text{m}$) が他の表面性状より一部を除いて有意に小さかったが、他の表面性状はほぼ同程度であった。

すべての被検グループ ($163 \sim 244 \mu\text{m}$) は、ほぼ同程度であった。

2. くり返し印記回数

1) 咬合診査材 PG について

試験体 20 K と Pd の印記回数では、表面性状 CAST (1.2~1.9 回) が表面性状 # 240, # 800 および # 1200 より一部を除いて有意に少なかったが、# 2500 と同程度であった。

被検グループ G II と G III (1.2~2.8 回) は、G I とほぼ同程度であった。また G IV は、他の被検グループより一部を除いて有意に多かった。

2) 咬合診査材 EM について

試験体 20 K における印記回数では、すべての表面性状は被検グループ G I と G II で同程度 (1.0~1.2 回) であった。表面性状 CAST (1.2~1.6 回) が、被検グループ G III と G IV で他の表面性状より一部を除いて有意に多かった。試験体 Pd では、すべての表面性状は被検グループ G III を除いてほぼ同程度 (1.0~1.4 回) であった。

すべての被検グループ (1.0~1.6 回) は、ほぼ同程度であった。

3. にじみ率

1) 咬合診査材 PG について

試験体 20 K と Pd のにじみ率では、他の表面性状に比して、表面性状 CAST ($28.5 \sim 107.6$) は一部を除いて有意に小さく、# 2500 ($92.9 \sim 142.9$) が有意に大きかった。

環境条件 D ($25.9 \sim 92.9$, $36.6 \sim 104.7$) は W 1 より、W 1 は W 20 よりそれぞれ有意に小さかった。

2) 咬合診査材 EM について

試験体 20 K のにじみ率では、表面性状 CAST ($0.4 \sim 22.3$) は、他の表面性状より一部を除いて有意に小さかった。試験体 Pd では、表面性状 CAST ($10.4 \sim 24.0$) は、他の表面性状より一部を除いて有意に大きかった。

環境条件 D ($0.4 \sim 10.4$) は、W 1 と W 20 より有意に小さかった。W 1 と W 20 において、印記幅は試験体 20 K の表面性状 # 1200 と # 2500 で、Pd の # 800, # 1200 および # 2500 で測定できなかった。

4. 以上の結果から、咬合診査材には、臨床経験の有無や年数に関わらずに支持体がポリエチレンフィルムの咬合診査材 EM を用いて、歯科用貴金属系合金

の鑄造素面に乾燥状態で行う方法が、最も高い印記性能であることが明らかにされた。

本研究の要旨は、第 76 回日本補綴歯科学会学術大会 (昭和 61 年 10 月) において発表し、会誌に抄録を掲載した。

稿を終わるに当たり、本研究に際し、終始ご懇篤なるご指導およびご校閲を賜りました日本大学歯学部森谷良彦教授、またご専攻の立場からご指導を賜りました日本大学歯学部大木一三教授、五十嵐孝義教授および西山 實教授に深く感謝の意を表します。

あわせて、日頃ご助言ご鞭撻を頂きました総義歯補綴学講座医局員各位、大学院生各位ならびに本研究にご協力頂きました被検者各位に感謝の意を表します。

文 献

- 1) 腰原 好：咬合接触関係の調査法，日歯医師会誌，39：120～132，1986.
- 2) 森谷良彦，山本克之：総義歯の臨床ポイント 3，総義歯の咬合調整はいつ・どこで・どのように (中)，口腔内で行うとすれば その 1，補綴臨床，18：471～489，1985.
- 3) 祇園白信仁，山口研一，山本克之ほか：咬合診査材の再現性について，第 1 報 基礎的検討，補綴誌，25：592～599，1981.
- 4) 山田雅昭：咬合診査材に関する研究，ポーセレン面への印記性について，補綴誌，27：653～666，1983.
- 5) 臼井久雄：鑄造体の表面あらさと適合性に関する研究，歯理工誌，15：6～24，1974.
- 6) 小川清一：鑄造体の再現性に関する研究，歯面から鑄造体に至る過程の表面粗さについて，補綴誌，26：472～489，1982.
- 7) 日本工業規格：B 0601，表面あらさ，1～4，12～15，1970.
- 8) 日本工業規格：Z 9110，照度基準，1～7，1979.
- 9) 川上道夫：新歯科材料・器械，121～128，医歯薬出版，東京，1986.
- 10) 岡崎邦夫：金銀パラジウム合金に関する基礎的研究，(第 1 報) 金組成の影響について，歯理工誌，20：233～239，1979.
- 11) 五十嵐孝義：Laboratory Manual of Crown and Bridge vol. 1，207～222，日本大学歯学部，東京，1991.
- 12) 山根通裕：各種鑄造機による金合金鑄造体の面アラサ，歯材器誌，23：23～28，1970.
- 13) 小貫伸一：歯科補綴物の仕上げ加工に関する研究，補綴誌，12：215～239，1968.
- 14) 川本盛夫：歯科用修復材料の仕上げ研磨の能率化に関する研究，日大歯学，48：403～415，1974.
- 15) 中沢 靖，佐藤友彦，長光靖夫：卑金属系のクラウンブリッジの研磨，歯科技工，別冊 研磨：77～87，1989.
- 16) 広瀬隆之，吉田隆一，岡村弘行：咬合紙をテストする，The Journal of Dental Engineering，28：8～17，1974.
- 17) 柳瀬徹夫：応用心理学講座 7，知覚工学，90～98，福村出版，東京，1989.
- 18) 日本工業規格：Z 8721，三属性による色の表示方法，494～496，1975.
- 19) 貴美島治：クロマスキャンによる JIS 標準色票ならびに金属表面色の計測，歯学，71：100～120，1983.
- 20) 三星宗雄，長谷川敬：色覚，川上元郎，児玉 晃，富家直ほか編，色彩の事典，214～215，朝倉書店，東京，1987.