

原 著

歯型彫刻における経時的な形態認識度の三次元形状データによる分析

庄賀 春生 下江 宰司* 木原 琢也** 井手麻也香***
彭 子祐 木原 綾香 里田 隆博*

Analyze tooth of morphology recognition in beginning and in intermediate posterior tooth carving using three-dimensional digital image

SHOGA Haruki, SHIMOE Saiji*, KIHARA Takuya**, IDE Mayaka***,
Tzu-Yu Peng, KIHARA Ayaka, SATODA Takahiro*

本研究は2年次（歯型彫刻初期）と3年次（彫刻実習を始めて1年6カ月が経過した時期）における形態認識度の差について比較検討した。上顎右側第一大臼歯の模型歯を評価基準とし、評価対象は学生が歯型彫刻実習で初めて彫刻した作品17本と3年次に彫刻した作品を17本、計34本を用意し非接触式三次元計測装置と三次元形状データ処理ソフトを用い、三次元形状データ（以下基準データおよび彫刻データ）を生成した。基準データと彫刻データを重ね合わせ、それらのデータ間のずれを設定した特徴点の座標のずれで算出した。分析の結果、2年次と比べ、3年次の方が基準データと特徴点のずれの値が有意に小さかったのは、17人中2人であり、3年次の方がずれの値が有意に大きくなったのは5人、変化がなかったのは10人であった。また3年次の彫刻データは、形態認識度が低い箇所が2年次のそれと類似した傾向がみられた。

キーワード：歯型彫刻、客観的評価、三次元形状データ

The aim of this study was to analyze levels of morphology recognition in beginning (2nd year) and intermediate (3rd year) posterior tooth carving using three-dimensional digital images. The appraisal standard (the maxillary right first molar) and 34 tooth carvings were measured using a non-contact three-dimensional surface scanner to generate the corresponding 3D data. Tooth carving images were superimposed on the appraisal standard image, and the difference between these images was calculated as the gap between reference points by reverse engineering software. As a result, 2 of the 17 people had a significantly small gap between reference points at the intermediate level. Low levels of morphology recognition points in beginning tooth carving were similar to those in intermediate tooth carving.

Key words : tooth carving, objective evaluation, three-dimensional digital image

A. 緒 言

歯型彫刻とは歯の解剖学的形態や特徴の認識を深めることのできる手法であり、また技作業をするにあたっての基盤となる訓練の一つである。歯型彫刻実習は、歯

型彫刻によって歯を立体的に表現し、歯の形態や特徴、機能の認識を深めること、手先の訓練や作業姿勢、技工における基礎技術を身に付けること等を目的として行っている¹⁾。この実習で学生が彫刻した作品を主観に基づいて評価し、基本となる模型と形態が違う箇所を指摘して、彫刻方法を指導する等の教育方法を反復するこ

広島大学大学院医歯薬保健学研究科 口腔健康科学専攻

* 広島大学大学院医歯薬保健学研究科 生体構造・機能修復学分野

** 鶴見大学歯学部クラウンブリッジ補綴学講座

*** 近畿大学医学部付属病院歯科口腔外科

2017年6月19日受付 2017年9月27日受理

とで学生の技術や知識の向上を図っている。近年、教育効果の評価方法についてさまざまな指摘がなされている中^{2,3)}、歯型彫刻の教育指導方法としては歯型彫刻実習の進行状況に応じて学生の技能をより客観的に評価し、その後の実習にフィードバック可能な教育システムが望まれている⁴⁾。しかし、現状としては、歯型彫刻作品の評価方法は主観的評価が主流で、客観的評価方法が確立されておらず、歯型彫刻作品の形態の指摘や指示事項が指導者によって異なることがあるため、安定かつ正確な評価を得られないといった問題がある。

これまでの客観的評価方法としてノギスを使用し歯冠の特徴のある部位を計測する評価方法の手動測定方法が検討されてきた^{5,6)}。しかし、現在ではデジタル画像処理やコンピュータ技術の進歩により、解剖学的識別を提供できる三次元計測装置によって歯の測定や表現型を定義できるようになり、基準模型とサンプルを比較することが可能となった⁷⁾。歯型彫刻の客観的評価方法については三次元形状データを応用した研究も報告されており⁸⁻¹⁰⁾、その客観的評価法を用いた歯型彫刻作品の上達度の推移や、歯型彫刻初期における形態認識度の低い箇所を検討した報告もされている^{11,12)}。

歯型彫刻実習は歯学部において歯科医師、歯科衛生士、歯科技工士の育成のための教育の一つとしてカリキュラムに組み込まれている。歯科技工士の国家試験では、実技試験として必ず出題されるため、特に重要な実習である。歯科医療従事者にとって歯型彫刻で得た知識や技術は臨床研究に生かされたとの報告もあり¹³⁾、支台歯形成やワックスアップ、歯冠の豊隆具合が歯の清掃性や自浄性に、また歯肉にどのように影響するかを考慮する際に必要不可欠なものである。しかし、歯型彫刻を学習し始めた学生は、彫刻をする際、どこの形態や特徴に注意し、彫刻すればよいかわかりづらい。また、彫刻をする回数を重ねるごとに歯の特徴と解剖学的形態を認識し再現することができていくのかを評価した報告は少なく、形態認識度の変化にどのような傾向があるのかは明らかになっていない。そのため歯型彫刻があまり上達せず実習を苦手にする生徒も少なくはない。しかしながら、彫刻の教育過程において、形態の理解度が低い傾向にある箇所がわかっていれば、その都度、的確な指導を行うことが可能となり、学生の歯型彫刻の上達度の向上が見込まれ、学生の歯型彫刻に対する意欲も変化があることが期待できる。そこで本研究では、三次元形状データにより歯型彫刻の形態を評価し、歯型彫刻初期と実習を始めて1年6カ月が経過した時期における上顎右側第一大臼歯の形態認識度の差について、比較検討した。

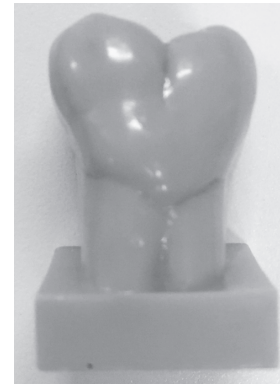


図1 基準模型とした1.5倍大台付模型



図2 評価対象の学生の彫刻作品（彫刻サンプル）

B. 研究方法

1. 材料

本研究では、学生の彫刻作品の比較対象となる模型歯（以下、基準モデル）は、市販の上顎右側第一大臼歯1.5倍大台模型（C11-TU, 14S, ニッシン, 図1）とした。評価対象（以下、彫刻サンプル）は普通石膏で作製した石膏棒（15×15×100mm）を用い、広島大学歯学部口腔健康科学科口腔工学専攻2年次の学生が歯型彫刻の授業で初めて上顎右側第一大臼歯を彫刻した作品（以下2年次）17本と、同一学生が歯型彫刻実習を始めて、1年6カ月が経過した時期に彫刻した作品（以下3年次）17本を用意した（図2）。この彫刻作品を製作するにあたって時間制限は設けておらず、基準モデルを見ながら製作してよいこととした。歯型彫刻の計測には非接触三次元計測装置（RexcanDS, INUS Technology, 韓国, 図3）を使用した。データの定量化には三次元形状データ処理ソフト（Rapidform2006, INUS Technology, 韓国）を使用した。

2. 方法

a. 三次元形状データの生成と重ね合わせ

RexcanDSを使用して基準モデルと彫刻サンプルのそれぞれを三次元計測した。彫刻サンプルは石膏棒の長さ



図3 歯型彫刻の計測に使用した非接触式三次元計測装置 (RexcanDS)

が50mm程度になるように糸ノコで切断後、頬側を手前に固定器具で固定し、基準モデルは頬側を手前、近遠心側の台が側面に見える位置で固定器具を固定し、計測した。なお RexcanDS の測定精度は0.016mmであり、歯の近遠心方向、頬舌方向、歯軸方向をそれぞれx, y, z軸とした三次元空間を想定してサーフェスデータを記録した。計測後、計測データを RexcanDS の操作ソフトウェア (ezScan7, Solutionix) で彫刻サンプルの歯根より下の石膏棒の平坦な部分を約15mm程度残してそれより下の不要な部分の削除を行った。これは歯根より下の4つの平面を使用して基準モデルと彫刻サンプルの位置合わせを行う際に必要になるためである。

次に、基準モデルと彫刻サンプルの三次元データを STL ファイルとしてエクスポートし Rapidform2006 を用いて読み込んだ。それぞれのデータは歯根より下の平面上 (近心面側と頬側面側) に点を20カ所打ち、平面を作成後、位置合わせで使用するバウンダリーボックスを作成した。これらを重ね合わせて位置合わせを行い、基準モデルおよび彫刻サンプルの三次元形状データをそれぞれ生成した。(以下、基準データおよび彫刻データ、図4)

三次元形状データを生成後、彫刻サンプルの大きさの違いが形態の評価に影響を与えないように、彫刻データの頬舌径が基準データ (15mm) と同じになるように彫刻データ全体をそれぞれ拡大した。基準データおよびすべての彫刻データにおいて、近遠心径の中央部、頬舌径の中央部、歯冠高径 (根間突起から頬側近心咬頭頂までの垂直的距離) の中央部となる位置に仮想平面を作成した (図5)。これを基準データと彫刻データを重ね合わせる際の基準面とし、それぞれxは近遠心方向、yは頬舌方向、zは歯軸方向とし2つのデータを重ね合わせた。

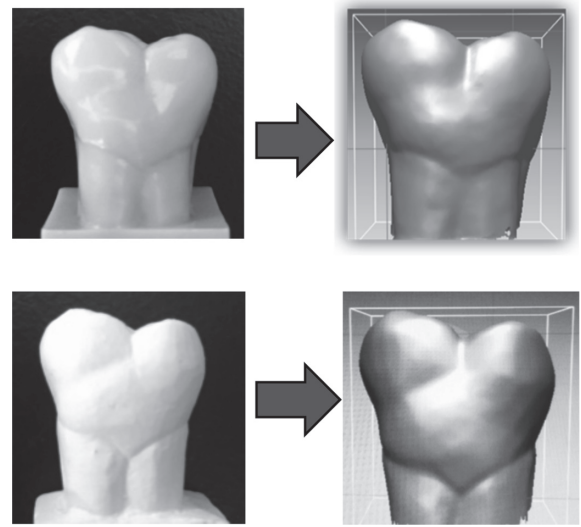


図4 基準模型と彫刻サンプルによる三次元形状データの生成
上: 基準模型 下: 彫刻サンプル

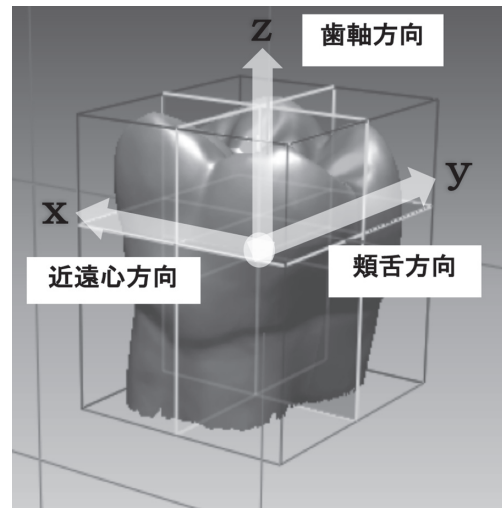


図5 基準データと彫刻データを重ね合わせる際の基準となる仮想平面

b. データの定量化と分析

彫刻サンプルを評価するために基準データと特徴点のずれ (以下、ずれ) について定量化を行った。設定した特徴点は、中心小窩、近心小窩、遠心小窩、頬側辺縁、舌側辺縁、近心頬側咬頭頂、遠心頬側咬頭頂、近心舌側咬頭頂、遠心舌側咬頭頂、根間突起、近心頬側歯頸点、遠心頬側歯頸点、近心舌側歯頸点、遠心舌側歯頸点、頬側最大豊隆部、舌側最大豊隆部、近心最大豊隆部、遠心最大豊隆部の計18点とした (図6)。これらの特徴点は、頬側最大豊隆部で例えると模型の近遠心面から最も頬側に突出した部位など、上顎右側第一大臼歯の解剖学的な形態の特徴を示す点を特徴点として設定した。次に基準データと彫刻データを重ね合わせた際のそれぞれの特徴

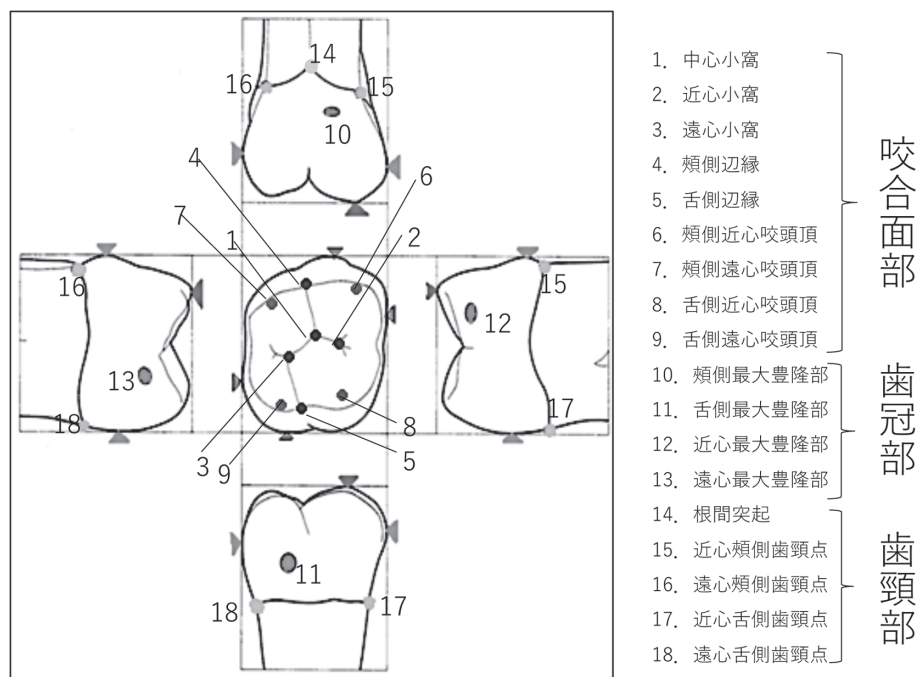


図6 設定した計18点の特徴点

点の座標を計測した。特徴点は1点につき3回計測したものを使用し、それぞれの時期ごとに彫刻サンプル17本各々の特徴点の平均値を算出した。その後、基準データの特徴点の値から彫刻データの特徴点の値を引き、その差の絶対値を各特徴点のずれの値とし、近遠心方向(x軸)、頬舌方向(y軸)、歯軸方向(z軸)のそれぞれの方向で算出した。

特徴点18点はそれぞれ咬合面部、歯冠部、歯頸部の3つのグループに分け、得られた基準データと2つの時期の彫刻データとのずれによる差の絶対値において、それぞれの特徴点の各方向で有意差がみられるか分析した。得られたデータは、咬合面部、歯冠部、歯頸部の3つのグループごとに時期、部位を要因とした二元配置分散分析を行った。その結果、時期と部位の2要因で交互作用ありとなったため、その後、時期ごとに分けて一元配置分散分析とMann-Whitney検定($p=0.05$)を行った。

また、2年次と3年次の比較には、サンプルごとに2年次3年次のそれぞれで各部位の近遠心方向、頬舌方向、歯軸方向のずれの合計値から平均値を算出し、その平均値をその時期の特徴点のずれとし、時期において対応のあるt検定($p=0.05$)を行い有意差があるかどうかを検討した。

C. 結果

1. 3つの部位における各特徴点のずれ

計18点の特徴点を咬合面部、歯冠部、歯頸部の3つのグループに分け、さらにその部位の近遠心方向、頬舌方向、歯軸方向におけるずれの値を表1~3に示した。

a. 咬合面部における各特徴点のずれ

咬合面部における近遠心方向のずれは、2年次で0.01~0.47mm、3年次で0.16~0.61mm、頬舌方向のずれは、2年次で0.26~0.62mm、3年次で0.22~0.65mm、歯軸方向のずれは、2年次で0.34~1.07mm、3年次で0.49~1.03mmであった(表1)。方向別にみると、有意に差はないが近遠心方向、頬舌方向に比べて歯軸方向のずれが大きい傾向があった。また時期、部位を2要因とした二元配置分散分析の結果、近遠心方向では時期、部位共に有意差があり、交互作用は認められなかった。Mann-Whitney検定($p=0.05$)では、3年次で近遠心方向における遠心小窩と遠心頬側咬頭頂で有意にずれが大きかった。

b. 歯冠部における各特徴点のずれ

歯冠部における近遠心方向のずれは2年次で0.02~1.24mm、3年次で0.60~1.44mm、頬舌方向のずれは2年次で1.47~1.61mm、3年次で1.43~1.51mmであった。なお本研究では大きさの違いではなく形態の違いを評価するために彫刻データの歯冠の厚みが基準データの

表 1 咬合面部における各特徴点のずれ

咬合部	近遠心方向		頬舌方向		歯軸方向	
	2年次	3年次	2年次	3年次	2年次	3年次
中心小窩	0.03 (0.24)	0.16 (0.13)	0.29 (0.26)	0.33 (0.30)	1.07 (0.54)	0.99 (0.35)
近心小窩	0.29 (0.26)	0.59 (0.40)	0.26 (0.17)	0.22 (1.18)	1.07 (0.59)	0.80 (0.41)
遠心小窩	0.16 (0.17)	0.56 (0.37)	0.27 (0.20)	0.32 (1.01)	0.94 (0.47)	1.03 (0.32)
頬側辺縁	0.31 (0.24)	0.30 (0.18)	0.31 (0.32)	0.37 (0.92)	0.82 (0.49)	0.76 (0.38)
舌側辺縁	0.21 (0.20)	0.37 (0.34)	0.43 (0.45)	0.32 (0.63)	0.57 (0.39)	0.84 (0.33)
近心頬側咬頭頂	0.01 (0.22)	0.49 (0.58)	0.38 (0.30)	0.40 (0.94)	0.34 (0.20)	0.49 (0.37)
遠心頬側咬頭頂	0.00 (0.20)	0.43 (0.24)	0.62 (0.53)	0.65 (0.64)	0.67 (0.41)	0.88 (0.36)
近心舌側咬頭頂	0.32 (0.33)	0.61 (0.49)	0.37 (0.30)	0.45 (1.02)	0.52 (0.39)	0.76 (0.36)
遠心舌側咬頭頂	0.47 (0.37)	0.48 (0.33)	0.51 (0.32)	0.41 (0.63)	0.82 (0.47)	0.99 (0.37)

単位：mm, ()：SD

表 2 歯冠部における各特徴点のずれ

歯冠部	近遠心方向		頬舌方向		歯軸方向	
	2年次	3年次	2年次	3年次	2年次	3年次
頬側最大豊隆部	0.02 (0.45)	0.85 (0.51)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.75 (0.42)	0.67 (0.49)
舌側最大豊隆部	1.24 (1.79)	1.44 (1.78)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.78 (0.62)	0.98 (0.54)
近心最大豊隆部	0.34 (0.24)	0.60 (0.24)	1.61 (0.71)	1.43 (0.66)	0.49 (0.46)	0.81 (0.59)
遠心最大豊隆部	0.34 (0.24)	0.60 (0.24)	1.47 (1.51)	1.51 (1.69)	0.85 (0.72)	0.75 (0.43)

単位：mm, ()：SD

表 3 歯頸部における各特徴点のずれ

歯頸部	近遠心方向		頬舌方向		歯軸方向	
	2年次	3年次	2年次	3年次	2年次	3年次
根間突起	0.09 (0.25)	0.37 (0.29)	0.30 (0.26)	0.36 (0.15)	0.37 (0.28)	0.53 (0.37)
近心頬側歯頸点	0.08 (0.27)	0.63 (0.35)	0.88 (0.49)	0.27 (0.18)	0.68 (0.36)	0.38 (0.28)
遠心頬側歯頸点	0.82 (0.42)	0.76 (0.40)	0.41 (0.45)	0.34 (0.44)	0.37 (0.37)	0.40 (0.23)
近心舌側歯頸点	0.15 (0.24)	0.39 (0.31)	0.46 (0.29)	0.36 (0.15)	0.39 (0.27)	0.56 (0.44)
遠心舌側歯頸点	0.18 (0.27)	0.50 (0.27)	0.42 (0.25)	0.27 (1.13)	0.59 (0.28)	0.67 (0.50)

単位：mm, ()：SD

(15mm)と同じになるように彫刻データをそれぞれ拡大したため、頬舌方向における頬側最大豊隆部と舌側最大豊隆部の値にずれはない。歯軸方向のずれは2年次で0.49~0.85mm, 3年次で0.67~0.98mmであった(表2)。時期、部位を2要因とした二元配置分散分析の結果、時期、部位にも有意差はなかった。

c. 歯頸部における各特徴点のずれ

歯頸部における近遠心方向のずれについては、2年次で0.08~0.82mm, 3年次で0.37~0.76mm, 頬舌方向のずれは、2年次で0.30~0.88mm, 3年次で0.27~0.36mm, 歯軸方向のずれは、2年次で0.37~0.68mm, 3年次で0.38~0.57mmであった(表3)。時期、部位を2要因とした二元配置分散分析の結果、頬舌方向、歯軸方向で交互作用が認められたため、部位を要因とした一元配置分散分析を行った。Mann-Whitney検定の結果、

頬舌方向、歯軸方向においても2年次における近心頬側歯頸点のずれが有意に大きかった。

2. 2年次と3年次における比較

サンプルごとに、方法で述べた特徴点のずれを2年次3年次の時期において、対応のあるt検定(p=0.05)を行った。表4にはサンプルごとに各時期の計18点の特徴点のずれの平均値を示す。彫刻サンプルは17人のうち7人に有意差がみられ、10人は有意差がみられなかった。有意差があった彫刻サンプル7人のうち3年次の方がずれの値が小さかったのは、サンプル10とサンプル13の2人であった。一方で3年次の方がずれの値が大きくなったのは、サンプル5, サンプル6, サンプル7, サンプル14, サンプル17の5人であった。

表4 各時期の特徴点のずれの値

	2年次	3年次
サンプル1	0.58	0.82
サンプル2	0.68	0.65
サンプル3	0.61	0.53
サンプル4	0.46	0.45
サンプル5	0.41	0.60*
サンプル6	0.35	0.62*
サンプル7	0.40	0.52*
サンプル8	0.67	0.61
サンプル9	0.77	0.70
サンプル10	0.82	0.47*
サンプル11	0.50	0.67
サンプル12	0.59	0.66
サンプル13	0.72	0.50*
サンプル14	0.40	0.57*
サンプル15	0.30	0.37
サンプル16	0.57	0.48
サンプル17	0.42	0.68*

単位：mm，*は有意差あり ($p=0.05$)

D. 考 察

歯型彫刻の評価法については、これまでわれわれは三次元形状データを用いた客観的評価について報告した^{8~10,14)}。その後、客観的評価方法の有用性について検討した研究も報告されている^{11,12)}。歯型彫刻において学生の歯型彫刻の技能を客観的に評価し、学生が認識の低い箇所を特定し、その後の実習にフィードバック可能なシステム構築が望まれる。そこで本研究では、非接触式三次元計測装置と三次元形状データ処理ソフトを用いて、客観的評価法で、歯型彫刻初期と実習を始めて1年6カ月が経過した時期の2つの時期における形態認識度の差について比較検討した。

1. 3つの部位における各特徴点のずれ

計18点の特徴点を咬合面部、歯冠部、歯頸部の3つのグループに分け、各時期のそれぞれのずれを近遠心方向、頬舌方向、歯軸方向の3方向で分析した結果、2つの時期ともに、咬合面部に関して歯軸方向におけるずれ、歯冠部に関して近遠心方向の舌側最大豊隆部のずれ、歯頸部に関しては2年次における頬舌方向、歯軸方向の近心頬側歯頸点のずれが大きい傾向にあった。

咬合面部で大きかった歯軸方向のずれに関しては、咬合面部において小窩や溝は深くしなければならないが、具体的な深さが明確ではないため、深さに対する歯軸方向のずれが生じやすいのではないかと考えられる。

歯冠部で大きかった近遠心方向の舌側最大豊隆部のずれに関しては、部位の形状によっては歯冠の豊隆量の大

さの違いでずれの生じやすさにも影響があるのではないかと考えられる。舌側最大豊隆部の頂点は著しく突起しているというわけではなく、形状として緩やかなカーブを描いている。このため頂点がはっきりせず形態や位置の認識度が低くなる傾向にあると考えられる。また2つの時期を通じてではないが、頬舌方向の2年次における近心最大豊隆部のずれの値、頬舌方向の3年次における遠心最大豊隆部のずれの値が大きかったことも以上の理由からだと考えられる。

歯頸部で有意にずれが大きかった頬舌方向、歯軸方向の近心頬側歯頸点に関しては、近遠心頬側歯頸点付近は、歯帯から歯頸線にかけてくびれた形状になっている。しかし、多くの彫刻作品は、歯冠から歯根にかけて凹部が再現されておらず、寸胴な形態になっていることが多い。そのため、削合不足により、ずれが生じやすいのではないかと考えられる。

2. 2年次と3年次の比較

2年次、3年次で比較したところ、有意差があった彫刻サンプルは17人中7人であったが、3年次の方がずれの値が小さかったのは7人中2人で、5名はむしろ3年次のほうが大きくなった。これは、製作時間に制限がなく、基準モデルを見ながら製作したことにより、履修効果による優位性が現れなかったことも影響していると思われる。2年次から3年次の間に歯型彫刻の実習はなく、練習は数えるほどであり、目的をもって練習した学生以外は、時期は経過しているとはいえども、あまり上達せず、むしろ彫刻の技能が下がってしまったと推測される。また分析の結果、歯型彫刻初期と1年6カ月後に彫刻したサンプルでは形態認識度の低い箇所は両時期を通じて似た傾向にあった。これも上記のことが原因と考えられる。

本研究は、広島大学歯学部口腔健康科学科口腔工学専攻の学生17人が、2年次、3年次に彫刻したサンプルを対象としたため、サンプル数をもっと増やしてより正確で信頼性の高いデータを得る必要がある。白石らの研究¹¹⁾では、学生ごとに個人差はあるが、一定期間内に歯型彫刻の上達がみられたとの報告があり、本研究をさらに経時的に追い分析すると、サンプル数が多い場合では、より信頼性が高いデータが得られるのではないかと考えられる。また、今回の研究では上顎右側第一大臼歯を対象としたが、前歯や小臼歯、また下顎第一大臼歯でも同じ方法で形態認識度の低い箇所を検討することで、さまざまな歯種の彫刻の指導に、よりフィードバックできるのではないかと考えられる。

三次元形状データを活用した指導法は、言葉の指導だけでは十分に理解できなかった学生を容易に納得させる

ことができたという報告もされており⁴⁾、今後歯型彫刻の指導において、口頭による指導と三次元形状データでの視覚的情報の提供を併用することによって、学生の形態認識度の理解度も向上していくのではないかと推測される。歯型彫刻の三次元的な視覚情報を提供できる教育環境を構築することも今後必要になるのではないかとと思われる。

E. 結 論

三次元形状データを用いて、2年次（歯型彫刻初期）と3年次（彫刻実習を始めて1年6カ月が経過した時期）における形態認識度の差について比較検討した結果、以下の結論を得た。

1. 咬合面部では、2年次、3年次とも近遠心方向、頬舌方向に比べて歯軸方向でずれが大きい傾向がみられ、特徴点では3年次で近遠心方向における遠心小窩と遠心頬側咬頭頂で有意にずれが大きかった。

2. 歯冠部では、近遠心方向、頬舌方向、歯軸方向間で有意差は認められなかったが、2年次、3年次とも近遠心方向における舌側最大豊隆部のずれが大きかった。

3. 歯頸部では、頬舌方向、歯軸方向で交互作用が認められ頬舌方向、歯軸方向においても2年次における近心頬側歯頸点のずれが有意に大きかった。

4. 2年次と比べ、3年次の方が基準データと特徴点のずれの値が有意に小さかったのは、17人中2人であり、3年次の方が大きくなったのは5人、変化がなかったのは10人であった。

文 献

- 1) 尾花甚一, 細井紀雄: 最新歯型彫刻—理論と実際—2版, 1-117, 医歯薬出版, 東京, 2006.
- 2) 平田健一, 中島正人, 井村清一, 他: 窩洞形成評価システムの運用評価, 日歯教誌 14(2): 205-211, 1999.
- 3) 石原祥世, 村井宏隆, 市村 葉, 他: 高速切削による窩洞形成評価の比較, 明海歯学 37(2): 134-143, 2008.
- 4) 小暮ミカ, 植木一範, 伊藤 圭: 非接触三次元デジタイザを用いた歯型彫刻作品の評価について, 明倫歯誌

- 5(1): 15-20, 2002.
- 5) 湯田雅士, 池田敏則, 今枝鉄夫, 他: 歯型彫刻技法の研究, 日補綴会誌 31(1): 144-159, 1987.
- 6) Shah S, Sundaram G, Bartlett D, et al. : The use of a 3D laser scanner using superimpositional software to assess the accuracy of impression techniques, J Dent 32(8): 653-658, 2004.
- 7) Smith R, Zaitoun H, Coxon T, et al. : Defining new dental phenotypes using 3-D image analysis to enhance discrimination and insights into biological processes, Arch Oral Biol 54(Suppl 1): 118-125, 2009.
- 8) 木原琢也, 下江宰司, 二川浩樹, 他: 非接触式三次元形状装置を用いた歯型彫刻製作物の客観的評価の試み—体積と特徴点のずれの定量化—, 日歯教誌 26(2): 248-252, 2010.
- 9) 京田蘭香, 下江宰司, 里田隆博, 他: 三次元形状データを用いた歯型彫刻作品の客観的評価—臼歯の評価—, 日歯教誌 31(特別号): 141, 2010.
- 10) 東間花菜子, 下江宰司, 里田隆博, 他: 三次元形状データを応用した臼歯部の歯型彫刻の客観的評価—特徴点のずれによる評価—, 日歯技工誌 35(1): 16-23, 2014.
- 11) 白石早紀, 下江宰司, 里田隆博, 他: 三次元画像を使用した歯型彫刻の上達度の分析, 日歯技工誌 34(特別号): 129, 2014.
- 12) 井手麻也香, 下江宰司, 里田隆博, 他: 歯型彫刻初期における形態認識度の三次元形状データによる分析, 日歯技工誌 36(特別号): 103, 2015.
- 13) Nayak MT, Sahni P, Singhvi A, et al. : The Perceived Relevance of Tooth Carving in Dental Education : Views of Practicing Dentists and Faculty in West India, Educ Health (Abingdon) 27(3): 238-242, 2014.
- 14) 木原琢也, 下江宰司, 二川浩樹, 他: 三次元形状データを用いた歯型彫刻製作物の客観的評価—主観的評価との比較—, 日歯理工誌 30(3): 202-206, 2011.

連絡先: 下江 宰司

広島大学大学院医歯薬保健学研究所 生体構造・機能修復分野

〒734-8553 広島市南区霞 1-2-3

E-mail: shimoe@hiroshima-u.ac.jp