The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	臼歯部遊離端欠損ならびに義歯装着が前歯部に加わる力に及ぼす影響
Author(s)	戸川, 瞳
Citation	大阪大学, 2019, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/72239
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

学位論文

臼歯部遊離端欠損ならびに義歯装着が前歯部に加わる力に及ぼす影響

大阪大学大学院歯学研究科
口腔科学専攻
顎口腔機能再建学講座
有床義歯補綴学・高齢者歯科学分野
戸川瞳

指導教員
大阪大学大学院歯学研究科
口腔科学専攻
顎口腔機能再建学講座
有床義歯補綴学・高齢者歯科学分野
池邉一典　教授

緒言

近年，歯科口腔保健が推進され，8020 達成者が 51.2%となるなど，高齢者の残存歯数は増加しているが，年齢が高くなるほど歯の欠損が増加する傾向に変わりはない[1]．高齢者人口の増加により歯の欠損を有する人口は増加し，義歯をはじめとした欠損補綴の需要はさらに高まることが予想される[2]．欠損補綴の目的として，喪失した歯や歯周組織の形態と，咀嚼・嚥下・構音などの顎口腔機能の回復が挙げられるが，さらに補綴装置を用いて欠損補綴を行うことで，残存組織の健康を保全することも重要な目的である．残存歯の欠損拡大を予防することの重要性については，これまでも述べられている．

前田は，平均寿命が長くなり老後においても生活の質の向上が広く求められるようになった近年の社会的背景において，機能回復と残存組織の保全を，症例の条件に合わせて同時に達成する方法を選択し，実践する必要性について述べている[3]．しかし実際の臨床においては，残存組織の保全を目指すものの，部分床義歯による補綴歯科治療の後に，欠損が拡大していくことも少なくない．特に臼歯部遊離端欠損（以下，遊離端欠損とする）に対して，部分床義歯を用いた補綴歯科治療が日本では一般的に行われており，可撤性で清掃と修理が容易であること，残存歯の削除量が少ないことが利点であるが，支台歯を中心とした義歯の回転と沈下が欠点である．また，遊離端義歯の支台歯に対する危険性を示す報告は多い．Correia らは，下顎において中間欠損よりも遊離端欠損の方が義歯の支台歯の歯周状態が悪いと報告している[4]．Kondo らは，第二小臼歯の歯周組織における最大応力は，両側大臼歯欠損に比べ，片側大臼歯欠損の方が小さいことを報告している[5]．ただし，義歯が遊離端欠損において支台歯以外の残存組織に及ぼす影響について検討したものは少ない．

遊離端欠損においては，臼歯部から欠損が始まり，臼歯部咬合支持が減少した後に上顎前歯部に欠損が進むパターンが多いと言われているが，このパターンをたどる理由はわかっておらず，対応が対症療法に限られ後手になりやすいと述べられている[6,7].

また，片側遊離端欠損と両側遊離端欠損では上顎前歯部に及ぼす影響が異なる可能性も考えられるが，詳細に検討した報告はない．上顎前歯部の欠損を未然に防ぐには，遊離端欠損の部位や大きさが前歯部に及ぼす影響を検討し，前歯部に加わる負担を軽減する対応が重要であると考えられる.

そこで，本研究では下顎前歯部から上顎前歯部に加わる力に着目し，遊離端欠損において，上顎前歯部の負担について検討することを目的として実験を行った.

まず実験Ⅰでは，遊離端欠損の欠損歯数が上顎前歯部に加わる力に及ぼす影響を明らかにするために，模型実験を行った.

次に実験Ⅱでは，臼歯部に対する義歯装着が上顎前歯部に加わる力に及ぼす影響を検討するために，模型実験を行った.

さらに実験Ⅲでは，遊離端欠損を有する研究対象者の口腔内において，上顎前歯部に加わる咬合力を検討するために，義歯非装着状態と装着状態で咬合力を計測し，臨床的に検討した.

実験Ⅰ

欠損歯数が上顎前歯部に加わる力に及ぼす影響：模型実験

遊離端欠損において，臼歯部咬合支持が減少した後に上顎前歯部に欠損が進むパターンが報告されているものの，その詳細はわかっておらず十分に検討されていない.

そこで本実験では，両側および片側遊離端欠損の欠損歯数が，上顎前歯部に加わる力に及ぼす影響を明らかにすることを目的として，歯の着脱が可能な模型を用いて欠損歯数を変化させて前歯部に加わる力を計測した.

Ⅰ－１．両側遊離端欠損

1．方法

1）実験用装置

実験用模型は，人工歯（A5A-500，ニッシン社，京都）の着脱が可能な上下顎有歯顎模型（D51FE-500A-QF，ニッシン社，京都）を用いた（図 1）．本実験では，上顎は欠損のない歯列とし，下顎は欠損歯数の増加を想定して，①欠損なし，②両側第二大臼歯欠損（以下，両側 7 欠損とする），③両側第二および第一大臼歯欠損（以下，両側 67 欠損とする），④両側第二，第一大臼歯，第二小臼歯欠損（以下，両側 567 欠損とする），⑤両側第二，第一大臼歯，第二，第一小臼歯欠損（以下，両側 4567 欠損とする），⑥両側第二，第一大臼歯，第二，第一小臼歯，犬歯欠損（以下，両側 34567 欠損とする），⑦両側第二，第一大臼歯，第二，第一小臼歯，犬歯，側切歯欠損（以下，両側 234567 欠損とする）の 7 種類の両側遊離端欠損の条件を設定した.

上下顎の咬合接触関係については，臼歯部においては機能咬頭内斜面に 1 歯

ごとに緊密な咬合接触点，および前歯部においては厚み 35μm の咬合紙（アーティキュレーティングフィルム，ジーシー社，東京）が抵抗を持って引き抜ける程度の咬合接触点を与えた．

2）計測方法

上下顎有歯顎模型を荷重装置（伊藤エンジニアリング社，京都）に装着した．上下歯列間に咬合力測定フィルム（デンタルプレスケール 50H，ジーシー社，東京）を介在させて模型を咬合させた．上顎模型の上面の両側の上顎第一大臼歯を結ぶ線分上の正中を荷重点とし，98N の荷重を 3 秒間加えた．計測は各条件で 5 回ずつ行い，1 回ごとに全ての人工歯を取り外し，咬合接触関係を規定した．荷重後のフィルムは咬合力測定システム（オクルーザーFPD-707，ジーシー社，東京）を用いて解析した（図 2）．得られた結果と歯列を重ね合わせ，歯列内の咬合接触点を 1 歯ごとに特定して，加わる力（N）を計測した．全歯列に加わる力の合計（以下，総咬合力とする）と，上顎両側犬歯間に加わる力の合計（以下，前歯部咬合力とする）から，前歯部に加わる力が全歯列に加わる力に占める割合（以下，前歯部割合とする）を算出した．5 回の中央値を各条件の代表値として分析に使用した．

3）統計学的分析方法

各条件間における前歯部割合の差について，Kruskal-Wallis 検定を行った．有意水準は 5%とした．Kruskal-Wallis 検定で有意差が認められた場合には，Bonferroni 法による多重比較検定を行った．統計処理には統計解析ソフトウェア SPSS Version 22 （IBM Japan，東京）を使用した．

2．結果

前歯部割合の中央値は，欠損なしでは 3.0%，両側 7 欠損では 11.8%，両側 67 欠損で 40.7%，両側 567 欠損で 43.5%，両側 4567 欠損で 100%、両側 34567 欠損で 100%，両側 234567 欠損で 100%となった（図 3）．欠損なしと比較して両側 67 欠損，両側 567 欠損は前歯部割合が大きく有意差が認められた．両側 7 欠損と比較して両側 567 欠損は前歯部割合が大きく有意差が認められた．

Ｉ－２．片側遊離端欠損

1）実験用装置

本実験では，上顎は欠損のない歯列とし，下顎は欠損歯数の増加を想定して，①欠損なし，②片側第二大臼歯欠損（以下，片側 7 欠損とする），③片側第二および第一大臼歯欠損（以下，片側 67 欠損とする），④片側第二，第一大臼歯，第二小臼歯欠損（以下，片側 567 欠損とする），⑤片側第二，第一大臼歯，第二，第一小臼歯欠損（以下，片側 4567 欠損とする），⑥片側第二，第一大臼歯，第二，第一小臼歯，犬歯欠損（以下，片側 34567 欠損とする），⑦片側第二，第一大臼歯，第二，第一小臼歯，犬歯，側切歯欠損（以下，片側 234567 欠損とする）の 7 種類の片側遊離端欠損の条件を設定した．

上下顎の咬合接触関係については，両側遊離端欠損の実験と同様に設定した．

2）計測方法

両側遊離端欠損と同様に計測を行った．力を加えたフィルムは咬合力測定システム（オクルーザーFPD-707）を用いて解析し，得られた結果と歯列を重ね合わせ，歯列内の咬合接触点の部位を 1 歯ごとに特定して，加わる力（N）を

計測した．総咬合力と前歯部咬合力から，前歯部割合を算出した．5 回の中央値を各条件の代表値として分析に使用した．

3）統計学的分析方法

各条件間における前歯部割合の差について，Kruskal-Wallis 検定を行った．有意水準は 5%とした．Kruskal-Wallis 検定で有意差が認められた場合には，Bonferroni 法による多重比較検定を行った．統計処理には統計解析ソフトウェア SPSS Version 22（IBM Japan，東京）を使用した．

2．結果

前歯部割合の中央値は，欠損なしでは 3.0%，片側 7 欠損では 9.6%，片側 67 欠損で 19.5%，片側 567 欠損で 28.3%，片側 4567 欠損で 58.5%、片側 34567 欠損で 63.9%，片側 234567 欠損で 68.9%となった（図 4）．欠損なしと比較して片側 4567 欠損，片側 34567 欠損，片側 234567 欠損は前歯部割合が大きく有意差が認められた．片側 7 欠損と比較して片側 4567 欠損，片側 34567 欠損，片側 234567 欠損は前歯部割合が大きく有意差が認められた．片側 67 欠損と比較して片側 34567 欠損，片側 234567 欠損は前歯部割合が大きく有意差が認められた．片側 567 欠損と比較して片側 234567 欠損は前歯部割合が大きく有意差が認められた．

3．小括

両側遊離端欠損，片側遊離端欠損ともに，欠損歯数が多くなるほど前歯部割合が大きくなることが示された．このことから，臼歯部欠損が大きくなるほど前歯部の咬合力の割合が大きくなり，上顎前歯部の負担が増加することが示唆され

た.

実験Ⅱ

臼歯部に対する義歯装着が上顎前歯部に加わる力に及ぼす影響：模型実験

実験Ⅰの模型を用いた検討の結果から，臼歯部欠損が大きくなるほど前歯部に加わる咬合力が増加することが示された．

そこで，本実験では，臼歯部遊離端欠損に対する義歯装着が上顎前歯部に加わる力に及ぼす影響を明らかにすることを目的として，義歯非装着状態と装着状態において前歯部に加わる力を模型上で計測した．

1．方法

1）実験用模型

実験には，実験Ⅰと同一の模型を用いた．本実験においては，上顎は欠損のない歯列とし，下顎模型の人工歯を外した部分には，欠損プラグ（A2A-565，ニッシン社，京都）を装着して欠損状態とした遊離端欠損模型を用いた．また，シリコーン系適合試験材（フィットチェッカー，ジーシー社，東京）を用いて擬似顎堤粘膜とした．

2）実験用義歯

両側 67 欠損と片側 67 欠損の 2 種類の下顎遊離端欠損模型に対して部分床義歯を製作した（図 5）．両側 67 欠損の下顎遊離端欠損に対しては，両側第二小臼歯に RPI クラスプを設定し，大連結子として幅 7mm，厚さ 2.5mm のリンガルバーを設定した．片側 67 欠損に対しては，欠損側第二小臼歯に RPI クラスプ，間接維持装置として非欠損側第一，第二小臼歯に鋳造双子鉤を設定し，大連結子として幅 7mm，厚さ 2.5mm のリンガルバーを設定した．メタルフレー

ムはコバルトクロム合金（コバルタン，松風社，京都）を用いてワンピースキャスト法にて製作した．遊離端義歯の辺縁は頬側を歯肉頬移行部，舌側を顎舌骨筋線部，遠心はレトロモラーパッドの前縁を覆う位置に設定した．義歯床には常温重合型レジン（パラプレスバリオ，クルツァージャパン社，東京），人工歯には硬質レジン歯（ベラシア SA ポステリア，松風社，京都）を用いて通法どおり義歯を製作した．完成した義歯は，模型に装着した後，咬合調整を十分に行い，実験Ｉと同様の咬合接触を付与した．

3）計測方法

各欠損形態の義歯非装着状態，義歯装着状態で，実験Ｉ－１と同様に加わる力の計測を行った．力を加えたフィルムは咬合力測定システム（オクルーザー FPD-707）を用いて解析し，得られた結果と歯列を重ね合わせ，歯列内の咬合接触点の部位を 1 歯ごとに特定して，加わる力（N）を計測した．総咬合力と前歯部咬合力から，前歯部割合を算出した．

4）統計学的分析方法

義歯の装着状態と非装着状態との前歯部割合の差を検討するために Wilcoxon の符号付順位検定を行った．有意水準は 5%とした．統計処理には統計解析ソフトウェア SPSS Version 22（IBM Japan，東京）を使用した．

2．結果

両側 67 欠損において，義歯非装着状態での前歯部割合は 40.7%，義歯装着状態での前歯部割合は 5.1%であった（図 6）．前歯部割合は，義歯を装着することで約 1/8 に減少し，有意差が認められた．

片側 67 欠損において，義歯非装着状態での前歯部割合の中央値は 19.5%，義歯装着状態での前歯部割合は 6.2%であった（図 7）．前歯部割合は，義歯を装着することで約 1/3 に減少し，有意差が認められた．

3．小括

両側大臼歯遊離端欠損において，義歯を装着しない場合と比較して，義歯を装着した場合の前歯部割合は，約 1/8 に減少した．また，片側大臼歯遊離端欠損において，義歯を装着しない場合と比較して，義歯を装着した場合の前歯部割合は，約 1/3 に減少した．以上のことから，両側・片側ともに大臼歯遊離端欠損において義歯を装着することで上顎前歯部の負担が減少する可能性が示された．

実験Ⅲ

遊離端欠損を有する対象者において，臼歯部に対する義歯装着が上顎前歯部に加わる力に及ぼす影響：口腔内実験

実験Ⅱの模型を用いた検討の結果から，大臼歯部遊離端欠損において義歯を装着すると，上顎前歯部の負担が減少することが示された.

そこで，本実験では，遊離端欠損の欠損歯数と義歯装着が，上顎前歯部に加わる力に及ぼす影響を明らかにすることを目的として，実際に遊離端欠損を有する対象者の口腔内で計測した.

1．実験方法

1）対象者

本実験では，本研究の趣旨を理解し同意の得られた，大阪大学歯学部附属病院咀嚼補綴科受診中の成人患者を対象とした．本実験の対象者の包含基準は，片顎の遊離端欠損歯列に対して義歯を使用し，装着後少なくとも 1 か月以上経過している者とした．また，義歯使用時に疼痛がなく，適合，咬合，維持に問題のない者とした．除外基準として，ブリッジのポンティックを含めても前歯部残存歯が 4 歯以下の者，前歯部に咬合接触を認めない者，前歯部反対咬合の者，遊離端欠損歯列の対顎に可撤性補綴装置を有する者，顎関節症の者，認知機能に問題がある者と設定した．実験の期間は 2016 年 1 月から 2018 年 9 月とした.

包含基準を満たした対象者の中から，除外基準に従い選択した結果，対象者は 83 名（男性 29 名，女性 54 名，平均年齢 69.4 歳，標準偏差 9.7 歳）となった．対象者のうち，上顎の遊離端欠損は 21 名，下顎の遊離端欠損は 62 名であった．また，片側遊離端欠損が 38 名，両側遊離端欠損が 45 名であった．対象者の分布の詳細を表 3，4 に示す．義歯使用期間は平均 31.9 か月（標準偏差 38.7 か月，最

短 1 か月，最長 19 年 3 か月）であった．なお，本研究は大阪大学大学院歯学研究科・歯学部および歯学部附属病院倫理審査委員会の承認を得て行った（承認番号：H27-E7-1）.

2）計測方法

咬合力の計測には．咬合力測定フィルム（デンタルプレスケール 50H）を使用した．計測は，診療室の歯科診療台で行った．対象者の計測中の姿勢は座位で開眼状態とし，口腔内でのフィルムの設置位置は残存歯と義歯の人工歯の咬合面を全て覆う位置とした．計測に慣れるために，フィルムの保護紙を用いて複数回練習を行った後に，義歯を外した状態と装着した状態でそれぞれ 3 回ずつ計測した．対象者にはゆっくりと咬合するよう指示し，毎回の計測時にフィルムの位置と歯列の位置に問題がないかを計測者が確認した．次に，力を入れるよう指示し，3 秒間保持した．その後，ゆっくりと力を抜かせ，口腔内からフィルムを取り出し，付着した唾液等を拭き取った．計測が 3 回終了するごとに 30 秒の休憩をとり，疲労の回復を図った.

3）分析方法

咬合後のフィルムは咬合力測定システム（オクルーザーFPD-707）を用いて解析し，得られた結果と歯列を重ね合わせ，歯列内の咬合接触点の部位を 1 歯ごとに特定して，咬合力（N）を計測した．総咬合力，前歯部咬合力，前歯部割合を算出し評価項目とした．3 回の計測値の平均を個人の代表値として分析に使用した.

4）統計学的分析方法

欠損歯数と各評価項目の関連を調べるために Spearman の順位相関係数の検定を用いた．義歯装着状態と非装着状態との，各評価項目の差の検討に，Wilcoxon の符号付順位検定を行った．有意水準は 5%とした．統計処理には統計解析ソフトウェア SPSS Version 22（IBM Japan，東京）を使用した．

2．結果

義歯非装着状態において，欠損歯数が多いほど総咬合力は小さく（rs=-0.404），前歯部咬合力が大きく（rs=0.381），前歯部割合が大きくなり（rs=0.808），有意な相関が認められた（p<0.01）（図 8，図 10，表 1）．義歯装着状態においても，欠損歯数が多いほど総咬合力は小さく（rs=-0.231），前歯部咬合力が大きく（rs=0.375），前歯部割合が大きくなり（rs=0.537），有意な相関が認められた（p<0.05）（図 9，図 11，表 2）．

対象者全員（83 名）の中央値は，総咬合力は義歯非装着状態で 287.7N，装着状態で 336.1N であった．義歯非装着状態よりも装着状態の方が総咬合力が大きく，有意差が認められた（p<0.01）．前歯部咬合力は義歯非装着状態で 68.1N，装着状態で 31.9N であった．義歯非装着状態よりも装着状態の方が前歯部咬合力が小さく，有意差が認められた（p<0.01）．前歯部割合は義歯非装着状態で 25.3%，装着状態で 11.7%であった．義歯非装着状態よりも装着状態の方が前歯部割合が小さく，有意差が認められた（p<0.01）（図 10）．

片側遊離端欠損を有する対象者（38 名）の中央値は，総咬合力は義歯非装着状態で 309.8N，装着状態で 349.4N であった．総咬合力は，義歯非装着状態と装着状態に有意差を認めなかった（p=0.185）．前歯部咬合力は義歯非装着状態で 45.5N，装着状態で 27.4N であった．前歯部咬合力は，義歯非装着状態よりも装着状態の方が小さく，有意差が認められた（p<0.01）．前歯部割合は義歯非

装着状態で 14.0%，装着状態で 8.2%であった．前歯部割合は，義歯非装着状態よりも装着状態の方が小さく，有意差が認められた（$p<0.01$）（図 11）．

両側遊離端欠損を有する対象者（45 名）の中央値は，総咬合力は義歯非装着状態で 208.9N，装着状態で 306.4N であった．義歯非装着状態よりも装着状態の方が総咬合力が大きく有意差が認められた（$p<0.01$）．前歯部咬合力は義歯非装着状態で 88.8N，装着状態で 39.9N であった．義歯非装着状態よりも装着状態の方が前歯部咬合力が小さく，有意差が認められた（$p<0.01$）．前歯部割合は義歯非装着状態で 39.5%，装着状態で 14.7%であった．義歯非装着状態よりも装着状態の方が前歯部割合が小さく，有意差が認められた（$p<0.01$）（図 12）．

3．小括

模型実験と同様に，義歯非装着，装着状態ともに，口腔内においても臼歯部欠損が大きくなるほど前歯部咬合力の割合が大きくなり，上顎前歯部の負担が増加することが示された．

模型実験と同様に，片側遊離端欠損，両側遊離端欠損ともに，遊離端欠損において義歯を装着することで上顎前歯部の負担が減少することが示された．

考察

臼歯部遊離端欠損に対して，日本では一般的に部分床義歯を用いた補綴歯科治療が選択される[8-10]．臼歯部から欠損が始まり，咬合支持が減少したのちに上顎前歯部に欠損が進むパターンが報告されているものの[6]，そのメカニズムは明らかではない．そこで本研究では，遊離端欠損における上顎前歯部の負担について検討することを目的として，前歯部に加わる力を模型実験と口腔内実験で計測した．その結果，遊離端欠損が大きくなるほど前歯部に加わる力が大きくなる一方，義歯装着により前歯部に加わる力が小さくなることが示され，上顎前歯部に対する負担を軽減することが示唆された．

一般に日本人の永久歯喪失年齢は前歯部より臼歯部の方が低く[11]，臼歯部遊離端欠損に対して欠損補綴治療を行う機会は多い．遊離端欠損に対する考え方として，Käyser による短縮歯列（Shortened dental arch，以下 SDA）がある[12]．少なくとも 4 つの咬合ユニットを有した歯列は，顎機能には問題がないとする概念であり，SDA に対して積極的な補綴歯科治療は必要ないと述べる報告も多い[13-19]．Witter らは，SDA において，小臼歯の傾斜に伴う咬合高径の低下，前歯の負担はあるものの，それらは受容可能なレベルであり[13]，義歯装着状態と比較して口腔内は痛みがなく咀嚼においても快適であり[14]，SDA は顎顔面の機能不全の危険因子ではない[15]と報告している．Sarita らは大臼歯欠損までの SDA は咬合安定性に対するリスクの増加の兆候がみられない[16]，また，小臼歯が健全で少なくともひとつの大臼歯部咬合支持を有する場合，十分な咀嚼能力を有すると述べている[17]．Aras らは SDA 患者と遊離端義歯を使用する患者を比較して，咀嚼能率に差がなく，SDA は治療の選択肢の一つであると述べている[18]．Walter らは SDA と可撤性義歯を比較して残存歯の生存率に差がみられな

いことから，SDA コンセプトを支持している[19]．SDA の優位性を示す報告は多いが，残存歯の負担や補綴歯科治療の効果については詳細に検討していない．

遊離端欠損に対する補綴歯科治療の選択については様々な報告がある．Fueki らは，SDA 患者に対するアンケート調査の結果，ふたつ以上の咬合ユニットを欠損した患者は，放置よりも補綴歯科治療を選択することを報告している[10]．Murai らは，第一大臼歯を喪失すると半数以上が可撤性義歯を使用すると報告している[20]．Nassani らは，SDA に対する治療方針として，放置，延長ブリッジ，遊離端義歯，インプラント補綴を挙げている[21,22]．延長ブリッジは支台歯の負担過重のおそれがあり，部位によっては咬合負担を避けた方がよいと述べられている．インプラントは高い咀嚼能率や審美性などの利点があるが，日本では保険外の治療となり第一選択とは言えない[8,9]．遊離端義歯は，支台歯を中心とした義歯床の回転と沈下といった欠点が存在するものの，可撤性で清掃と修理が容易であること，残存歯の削除量が少ないこと，大きな欠損に対しても適応できる点から，一般的に行われる治療となっている．ただし，遊離端義歯を使用する患者において，支台歯以外の残存歯に注目した報告はほとんどみられない．

抜歯の主な原因として，歯周病が挙げられる[23]．補綴装置装着後の残存歯の生存率の調査において，義歯使用者の歯の喪失原因の半数は歯周病であるという報告がある[24]．歯周病の原因は細菌性プラークであるが，過度な咬合力や早期接触のような外傷性咬合が歯周組織の炎症に併発すると炎症が増悪し組織破壊は急速に進行する[25]．歯周組織が健全であっても過度な咬合力が加わることで咬合性外傷が生じる（一次性咬合性外傷）．咬合性外傷が歯周状態に影響するという報告は多数みられ[26-29]，欠損を有する患者に対しては残存歯の歯周状態に注意して良好な口腔衛生状態を維持するとともに，残存歯に過度な咬合力がかからないように配慮して補綴歯科治療を行うことは重要であると考えられ

る．ただし，実際に欠損を有する患者の残存歯にかかる力について具体的に検討した報告はない．

そこで本研究では，実験Ⅰにおいて，欠損歯数が上顎前歯部に加える力に及ぼす影響を検討するために，模型実験を行った．次に，実験Ⅱでは，大臼歯部に対する義歯装着が上顎前歯部に加わる力に及ぼす影響を検討するために，模型実験を行った．さらに実験Ⅲでは，遊離端欠損を有する研究対象者の口腔内において，上顎前歯部に加わる咬合力を計測し，欠損歯数や部位，欠損補綴治療が上顎前歯部に加わる力の大きさに及ぼす影響を臨床的に検討した．

１．　実験方法について

１）実験Ⅰ・実験Ⅱについて

（１）実験用模型について

実験Ⅰでは，口腔内では計測不可能である欠損歯数の増加に伴う残存歯に加わる力の変化を観察するために，歯の取り外しが可能な有歯顎模型を用いた．

実験に用いた模型は，歯根膜に相当するものを設定しておらず，人工歯をネジによって模型に固定した状態である．また，歯根は解剖学的形態ではなく円柱状の単根形態であるため，被験歯の挙動は口腔内と異なることが考えられた．そこで，荷重を加えた際の被験歯の変位について予備実験を行った．実際の口腔内では，上顎中切歯が咬合力を受けた際の変位量は，1N 程度までの荷重では約 30～70μm の大きさで唇側に変位し，それ以上の荷重ではおよそ 1N ごとに約 3～6μm の大きさで緩やかに変位すると報告されている[30]．予備実験の結果から，実験に用いた模型では，1N 以下の荷重に対して口腔内でみられる変位は再現できないものの，それ以上の荷重においては，1N ごとに約 3.4μm

の大きさで変位したことから，近似しており，加わる力の条件間の比較に用いることは可能であると考えられた．

実験Ｉ－２では，擬似顎堤粘膜として，生体の顎堤粘膜の被圧縮度と近似したシリコーン系適合試験材（フィットチェッカー，ジーシー社，東京）[31]を使用した．擬似顎堤粘膜の厚径は，過去の報告[31,32]を参考に，顎堤粘膜を均一に2mm，レトロモラーパッド部を4mmとし，その間は連続的に移行させた．

（２）実験用義歯について

実験Ⅱでは実験用義歯を使用した．維持装置としては，環状鉤では力を加えた際に義歯の回転･沈下運動が生じて支台歯を遠心へ倒す力が発生するため，残存歯の負担の軽減を考慮して RPI クラスプを用いた義歯を製作した．咬合時の義歯の変形は義歯の破折や顎堤の吸収の原因のひとつであると報告されており，それを防ぐために義歯には十分な剛性を付与することが求められる．そのため，フレームワークはコバルトクロム合金を用いてワンピースキャスト法にて製作した．

また，義歯の外形は咬合支持に影響を及ぼす可能性がある．五十嵐らは，下顎遊離端義歯の義歯床外形は全部床義歯の外形に準ずるという報告をしている[33]．Tauchi らは，レトロモラーパッドは荷重負担領域として有効ではなく，義歯の沈下や顎堤粘膜の負担荷重の大きさには影響を与えない可能性があると報告している[34]．以上のことから，本実験においては，遊離端義歯の辺縁は，頬側が歯肉頬移行部，舌側は顎舌骨筋線部とし，遠心はレトロモラーパッドの前縁を覆う位置とした．

（３）計測装置について

咬合力の計測には，咬合力測定フィルム（デンタルプレスケール 50H，ジーシー社，東京)を使用した．咬合力の計測装置については，他にも，歯科用咬

合力計（オクルーザルフォースメーターGM10，長野計器株式会社，東京）や咬合接触検査装置（Tースキャンシステム，ニッタ社，東京）が知られている．オクルーザルフォースメーターはハンディタイプの油圧式咬合力計であり，簡便に個歯咬合力を計測できるが，歯列全体を同時に計測することはできない[35]．Tースキャンシステムは，再使用可能な薄型センサを用いて咬合圧の分布と大きさ，咬合接触時間を同時に計測できるが，センサの感度や厚み，弾力性による問題が指摘されている[36,37]．デンタルプレスケールは歯列全体を同時に簡便に計測でき，個歯咬合力の計測値は定量的な評価が可能である点から，現状では最も適した計測方法であると考えられる．

（4）荷重について

義歯装着状態で発揮できる咬合力の大きさについては様々な報告がみられるが[38,39]，本実験においては実験装置上の限界から荷重は 98N とした．その際，健常歯列者の上顎歯列弓に対する咬合力の重心位置は第一大臼歯から第二大臼歯の範囲にあるという報告[40]を参考にして，両側第一大臼歯を結んだ線分上の正中より荷重した．

2）実験Ⅲの実験方法について

（1）対象者について

本実験の対象者は，平均年齢が 69.4 歳であり，42 歳から 90 歳と広範囲に分布した．しかし，年齢と各評価項目について有意な関連は認められなかったことから，年齢の影響は少ないと考えられる．性別については，男性 29 名，女性 54 名と女性の方が多かった．過去に，男性の方が女性と比較して最大咬合力が約 1.2 倍であるという報告[41]や，男性は女性よりも咬筋の厚みが大きく咬合力が大きいという報告[42]がある．しかし，本研究では各評価項目は男女で有意差を認めなかった．上顎遊離端欠損が 21 名，下顎遊離端

欠損が 62 名であった．統計学的分析の結果，各評価項目は欠損の上下顎の間で有意差を認めなかったことから，上下の影響は少ないと考えられる．義歯の平均使用期間は 31.9 か月であった．新義歯装着後 1 週間で咀嚼筋の筋活動が安定するという報告[43]や，義歯装着から 1 か月後まで咬合力は急激に増加し，その後安定するという報告[44]があることから，本研究では，義歯を装着してから少なくとも 1 か月以上経過したものを対象とし，使用時に疼痛がないことを問診で確認した．また，長期間義歯を使用することで，顎堤吸収に伴う床粘膜面の不適合や人工歯の咬耗等による咬合接触の変化の可能性[45]が考えられる．そのため本実験では，計測前に義歯床の適合に問題がないこと，臼歯部に緊密な咬合接触があること，前歯部は厚さ 35μm の咬合紙が引き抜けないことを確認した．統計学的分析の結果，使用期間と各評価項目について有意な関連が認められなかったことから，本実験の対象者において使用期間は咬合力に影響しないことが示唆された．

（２）計測装置について

本実験でのデンタルプレスケールを用いた計測方法の再現性について検討するために，有歯顎者を対象に予備実験を行った．対象者は大阪大学歯学部附属病院咀嚼補綴科に勤務する歯科医師 31 名（男性 22 名，女性 9 名，平均年齢 33.5±7.3 歳）とした．対象者に対し，3 回の計測を行ったところ，級内相関係数（Intraclass correlation coefficient :ICC）は 0.925 であった．ICC は 0 から 1 の範囲をとり，その値が 1 に近いほど再現性が高いといえる[46]．このことから，本実験で使用した計測方法は十分な再現性を有していると考えられる．

また，98μm の厚みのフィルムを上下歯列間に介在させることで前歯部の咬合接触状態が変化する可能性が考えられたため，検討を行った．対象者は

実験Ⅲの対象者の一部の 39 名とした. デンタルプレスケール 50H の L サイズと，L サイズの後方から 25mm の位置で切断し前後径を短くしたものを使用した．前後径の短いフィルムの口腔内での設置位置は前歯部の咬合面を確実に覆い, 大臼歯の咬合面は覆わない位置とした. 義歯を装着した状態で，3 回ずつ計測を行った．L サイズのフィルムで計測した場合の前歯部咬合力の中央値は 39.5N, 前後径の短いフィルムで計測した場合の前歯部咬合力は 44.4N となり，Wilcoxon の符号付順位検定を行った結果，有意差を認めなかった（p=0.140）．このことから，フィルムの 98μm の厚みにより臼歯部の咬合が挙上されても，フィルムで計測される前歯部の咬合力には影響は少ないと考えられた.

また，佐藤は咬合力分布に影響を及ぼす要素としてフィルムの厚み以外にも，歯，咀嚼筋，顎関節などの顎口腔の構成要素相互の形態や位置関係，咀嚼筋活動, 顎骨や歯周組織の物理的性質を挙げており, フィルムで計測された咬合力が後方の臼歯に偏る分布を示すのは，必ずしもフィルムの厚みの影響により発現するものではないと述べている [47].

（3）計測方法について

本実験では対象者が最大咬合力を発揮できるように, これまでの報告を参考にして，対象者の姿勢は座位で開眼状態とし，フランクフルト平面が床とほぼ平行になる無理のない姿勢とした [48-50].

本実験では, 義歯非装着状態と装着状態のそれぞれ 3 回ずつ計測を行うため，計測中の対象者の疲労や意欲低下が懸念される．そこで本実験では，対象者を計測に慣れさせるためと，理解度を確認するために，中村の報告 [48] をもとに複数回練習を行った．また，患者の咬筋の疲労を考慮し，平林，Serra の報告 [49,51] をもとに，計測 3 回ごとに 30 秒間の間隔をあけた.

２．実験結果について

１）　実験Ｉの結果について

両側遊離端欠損，片側遊離端欠損ともに，欠損歯数が多くなるほど前歯部割合が大きくなることが示された．欠損なしの状態と比較して，両側 67 欠損では前歯部割合が大きくなり有意差を認めた．また，欠損なしの状態と比較して，片側 567 欠損では前歯部割合が大きくなり有意差を認めた．一定の荷重を与える条件下では，咬合支持数が小さくなるほど前歯部割合が大きくなるが，両側遊離端欠損においては第一大臼歯を失うこと，片側遊離端欠損においては小臼歯を失うことが前歯部割合に大きく影響すると考えられる．

２）　実験Ⅱの結果について

両側 67 欠損において，義歯非装着状態に比べて，装着状態の前歯部割合が減少し，有意差が認められた．また，片側 67 欠損において，義歯装着により前歯部割合が減少し，有意差を認めた．一定の荷重を加える模型実験の条件下では，臼歯部咬合支持が増加することで加わる力が分散し，前歯部の負担が減少することによると考えられる．また，義歯装着状態の前歯部割合は，片側遊離端欠損で非装着状態の約 1/3，両側遊離端欠損で約 1/8 となった．両側遊離端欠損の方が前歯部割合の減少が大きく，義歯装着による負担軽減傾向が認められた．

３）　実験Ⅲの結果について

欠損歯数が多くなるほど総咬合力は小さくなった．咬合支持喪失に伴い咬筋が萎縮するという報告 [52] や，高齢者において残存歯数と咬合力は相関が認められるという報告 [53] がある．残存歯数が減少して咬合支持が失われることで咬筋が萎縮し，発揮できる咬合力が小さくなることが考えられる．また，欠

損歯数が多いほど前歯部咬合力，前歯部割合は大きい傾向が認められた．欠損歯数により総咬合力は異なるが，模型実験と同様に臼歯部咬合支持が少なくなると前歯部の負担が大きくなることが示された．

対象者全員の咬合力については，義歯非装着状態よりも装着状態の方が総咬合力が増加し，有意差が認められた．咬合支持の有無に関わらず，新義歯装着後に咬合力が増加するという報告[44]や，新しい義歯に対する適応後には義歯非装着状態よりも装着状態において咬合力が増加するという報告[54]があり，本研究の結果もこれらと一致している．また，義歯非装着状態よりも装着状態の方が前歯部咬合力，前歯部割合が減少し，有意差が認められた．模型実験の結果同様に，咬合支持が増加して加わる力が分散することで前歯部の負担が減少したと考えられる．

片側遊離端欠損を有する対象者では義歯の有無によって総咬合力は変化しないが，両側遊離端欠損を有する対象者では義歯装着により総咬合力が増加した理由としては，歯数の違いが考えられる．片側遊離端欠損を有する対象者の平均欠損歯数は 2.7 本，両側遊離端欠損を有する対象者の平均欠損歯数は 6.1 本であった．残存歯数と咬合力に相関が認められる[53]ことから，欠損歯数の多い両側遊離端欠損を有する対象者の方が咬合力が小さいと考えられる．

３，本研究の限界について

本研究では，上顎前歯部の負担について検討するために，模型と対象者の口腔内において咬合力を計測した．そして，欠損歯数や義歯装着の有無により上顎前歯部に加わる力の大きさについて評価することができた．しかし本研究にはいくつかの限界が考えられる．

まず，実験Ⅰ，Ⅱにおける荷重点については，上顎模型の両側の第一大臼歯を結んだ線分上の正中とした．上顎歯列弓に対する咬合力の重心位置（以下，咬合重心とする）は，前後的には，短縮歯列者においては補綴処置を行うことで後方に移動するものの，健常有歯顎者と比較すると有意に前方に位置するという報告[55]がある．同じ報告の中で，側方的には，短縮歯列者においても補綴処置による変化が見られずほぼ正中付近に存在すると述べられている．欠損歯数が多くなることで咬合重心が前方に移動することも考えられるが，今回は，前歯部に加わる力に欠損歯数が及ぼす影響を検討するために，歯数以外の条件は変えずに一定の位置で荷重を行った．

また，実験Ⅲの対象者の義歯の設計について統一していないことが考えられる．欠損歯数が同じであっても，義歯の設計は支台歯や顎堤といった口腔内の条件や担当医の方針，審美性の要求度や費用など患者の条件により決定されるため材料や構造も異なる．維持装置や連結装置の設計，材質についてより厳格な基準を設定すれば，より同一の条件で比較できたと考えられる．ただし，義歯の設計が異なっていても，義歯を装着することによって咬合支持が増え咬合力が分散する傾向は維持装置によって変わらないと予想されることから，使用される設計が異なっても十分に検討できると考えられる．

実験Ⅲでは，現時点での前歯部に加わる力の大きさを比較することができた．しかし，同一対象者に対して行った介入研究ではないため，上顎前歯部の予後については推測できない．同一対象者に対して継続的に調査を行い前歯部の経過を観察する，あるいは義歯使用の有無によるランダム化比較試験を行うことで，遊離端欠損と義歯装着が前歯部に加わる力に及ぼす影響についてよりエビデンスレベルの高い結果を得ることができると考えられる．

４，本研究の臨床的意義

これまで，遊離端欠損に対する可撤性義歯を用いた補綴歯科治療に対しては，咀嚼能率や支台歯の歯周組織に関して多数報告されてきた[4,5,17-19]．しかし，前歯部に加わる咬合力に着目した研究はこれまでみられない．本研究の結果から，遊離端欠損に対して義歯を装着することで前歯部の負担を軽減することが示唆された．前歯部の負担を減らすことができれば，前歯部の喪失を予防し，欠損拡大の防止につながることが予想されることから，遊離端欠損を有する患者に対して義歯を装着する根拠のひとつに加えられ，本研究の臨床的意義は大きいと考えられる．

総括ならびに結論

本研究は，遊離端欠損において，上顎前歯部の負担について検討することを目的として，模型と対象者の口腔内で前歯部に加わる力を計測し，欠損部位や欠損歯数による変化を評価した結果，以下の知見が得られた.

1. 模型上と口腔内のいずれにおいても，遊離端欠損の欠損歯数が多くなるほど前歯部に加わる力が増加した.
2. 模型上と口腔内のいずれにおいても，遊離端欠損では義歯非装着状態よりも義歯装着状態において前歯部に加わる力が減少した.

以上のことから，遊離端欠損が拡大するほど上顎前歯部の負担が増加する一方，義歯装着により前歯部に加わる力が減少し，前歯部の負担が軽減することが示された.

謝辞

稿を終えるにあたり，本研究を行う機会を与えていただき，かつ終始変わらぬ御指導，御校閲を賜りました大阪大学大学院歯学研究科　顎口腔機能再建学講座　有床義歯補綴学・高齢者歯科学分野　池邉一典教授，権田知也講師ならびに大阪大学大学院歯学研究科　前田芳信特任教授に謹んで感謝の意を表します.

さらに，本研究に際し終始御理解と御協力をいただきました大阪大学大学院歯学研究科　顎口腔機能再建学講座　有床義歯補綴学・高齢者歯科学分野の教室員各位ならびに本研究の対象者の皆様に心から御礼申し上げます.

文献

1. 厚生労働省．平成 28 年歯科疾患実態調査結果の概要.2017 https://www.mhlw.go.jp/toukei/list/dl/62-28-02.pdf （2018 年 1 月 9 日アクセス）
2. 佐藤裕二，北川昇，一色ゆかり．社会医療診療行為別調査からみた過去 18 年間の義歯治療の変化．日補綴会誌. 2016; 8: 185-191.
3. 前田芳信．欠損を拡大しない補綴を目指して　5 年以上のメインテナンス症例の観察結果から．日補綴会誌. 2012; 4: 178-182.
4. Correia ARM, da Silva Lobo FD, Miranda MCP, Framegas de Araújo FMS, Santos Marques TM. Evaluation of the periodontal status of abutment teeth in removable partial dentures. Int J Periodontics Restorative Dent. 2018; 38: 755-760.
5. Kondo T, Wakabayashi N. Influence of molar support loss on stress and strain in premolar periodontium: a patient-specific FEM study. J Dent. 2009; 37: 541-548.
6. 宮地建夫．欠損歯列の評価とリスク予測　上下顎歯数のアンバランスとそのリスク．日補綴会誌. 2013; 5: 21-27.
7. 永田省藏．欠損歯列の評価とリスク予測　「上減の歯列」の術後経過とその問題点から補綴手法を考える．日補綴会誌. 2013; 5: 28-33.
8. Ikebe K, Hazeyama T, Kagawa R, Matsuda K, Maeda Y. Subjective values of different treatments for missing molars in older Japanese. J Oral Rehabil. 2010; 37: 892-899.
9. Ikebe K, Hazeyama T, Ogawa T, Kagawa R, Matsuda K, Wada M,et al. Subjective values of different age groups in Japan regarding treatment for missing molars. Gerodontology. 2011; 28: 192-196.
10. Fueki K, Igarashi Y, Maeda Y, Baba K, Koyano K, Akagawa Y, et al. Factors related to prosthetic restoration in patients with shortened dental arches: a multicentre study. J Oral Rehabil. 2011; 38: 525-532.
11. 深瀬啓之．永久歯平均喪失年齢に関する研究（第一報）平均喪失年齢の算出方法と歯科疾患実態調査成績に基づいた年次推移について．東北大歯誌. 1993; 12: 43-53.
12. Käyser AF. Shortened dental arches and oral function. J Oral Rehabil. 1981; 8: 457-462.
13. Witter DJ, van Elteren P, Käyser AF. Migration of teeth in shortened dental arches. J Oral Rehabil. 1987; 14: 321-329.

14. Witter DJ, Van Elteren P, Käyser AF, Van Rossum GM. Oral comfort in shortened dental arches. J Oral Rehabil. 1990; 17: 137-143.
15. Witter DJ, De Haan AF, Käyser AF, Van Rossum GM. A 6-year follow-up study of oral function in shortened dental arches. Part II: Craniomandibular dysfunction and oral comfort. J Oral Rehabil. 1994; 21: 353-366.
16. Sarita PT, Kreulen CM, Witter DJ, van't Hof M, Creugers NH. A study on occlusal stability in shortened dental arches. Int J Prosthodont. 2003; 16: 375-380.
17. Sarita PT, Witter DJ, Kreulen CM, van't Hof MA, Creugers NH. Chewing ability of subjects with shortened dental arches. Community Dent Oral Epidemiol. 2003; 31: 328-334.
18. Aras K, Hasanreisoğlu U, Shinogaya T. Masticatory performance, maximum occlusal force, and occlusal contact area in patients with bilaterally missing molars and distal extension removable partial dentures. Int J Prosthodont. 2009; 22: 204-209.
19. Walter MH, Dreyhaupt J, Hannak W, Wolfart S, Luthardt RG, Stark H, et al. The randomized shortened dental arch study: Tooth loss over 10 years. Int J Prosthodont. 2018; 31: 77-84.
20. Murai S, Matsuda K, Ikebe K, Enoki K, Hatta K, Fujiwara K, et al. A field survey of the partially edentate elderly: Investigation of factors related to the usage rate of removable partial dentures. J Oral Rehabil. 2015; 42: 828-832.
21. Nassani MZ, Devlin H, McCord JF, Kay EJ. The shortened dental arch--an assessment of patients' dental health state utility values. Int Dent J. 2005; 55: 307-312.
22. Nassani MZ, Tarakji B, Baroudi K, Sakka S. Reappraisal of the removable partial denture as a treatment option for the shortened dental arch. Eur J Dent. 2013; 7: 251-256.
23. Aida J, Ando Y, Akhter R, Aoyama H, Masui M, Morita M. Reasons for permanent tooth extractions in Japan. J Epidemiol. 2006; 16: 214-219.
24. Yamazaki S, Arakawa H, Maekawa K, Hara ES, Noda K, Minakuchi H, et al. Retrospective comparative ten-year study of cumulative survival rates of remaining teeth in large edentulism treated with implant-supported fixed partial dentures or removable partial dentures. J Prosthodont Res. 2013; 57: 156-161.
25. 特定非営利活動法人日本歯周病学会. 歯周治療の指針 2015.　歯周炎の特徴: 医歯薬出版株式会社; 2015: 13-15.
26. Nunn ME, Harrel SK. The effect of occlusal discrepancies on periodontitis. I.

Relationship of initial occlusal discrepancies to initial clinical parameters. J Periodontol. 2001; 72: 485-494.
27. Harrel SK, Nunn ME. The effect of occlusal discrepancies on periodontitis. II. Relationship of occlusal treatment to the progression of periodontal disease. J Periodontol. 2001; 72: 495-505.
28. Reinhardt RA, Killeen AC. Do mobility and occlusal trauma impact periodontal longevity? Dent Clin North Am. 2015; 59: 873-883.
29. Meynardi F, Lauritano D, Pasqualini ME, Rossi F, Grivet-Brancot L, Comola G, et al. The importance of occlusal trauma in the primary etiology of periodontal disease. J Biol Regul Homeost Agents. 2018; 32: 27-34.
30. 後藤建機．歯牙の生理的動揺に関する実験的研究．歯科学報. 1971; 71: 1415-1444.
31. 作間靖信．下顎全部床義歯床下粘膜の局所負担圧分布に関する実験的研究．鶴見歯学. 1988; 14: 47-110.
32. 寺倉健．顎粘膜厚径に関する研究 無歯顎補綴における診断への可能性について．補綴誌. 1988; 32: 546-560.
33. 五十嵐順正，若林則幸．まずはパーシャルデンチャーを得意になろう! クラスプデンチャーを中心に（第 3 回） パーシャルデンチャーの臨床遊離端欠損症例．歯科評論. 2011; 71: 91-99.
34. Tauchi Y, Yang TC, Maeda Y. Distribution of forces in distal-extension removable partial dentures with and without retromolar pad coverage: a pilot in vivo study. Int J Prosthodont. 2015; 28: 386-388.
35. Hirao A, Murata S, Murata J, Kubo A, Hachiya M, Asami T. Relationships between the occlusal force and physical/cognitive functions of elderly females living in the community. J Phys Ther Sci. 2014; 26: 1279-1282.
36. 水井雅則，鍋島史一，平山雅一. T-Scan システムからみた正常有歯顎者の側方滑走運動時における咬合接触．補綴誌. 1991; 35: 715-722.
37. Dzingutė A, Pileičikienė G, Baltrušaitytė A, Skirbutis G. Evaluation of the relationship between the occlusion parameters and symptoms of the temporomandibular joint disorder. Acta Med Litu. 2017; 24: 167-175.
38. Inomata C, Ikebe K, Kagawa R, Okubo H, Sasaki S, Okada T, et al. Significance of occlusal force for dietary fibre and vitamin intakes in independently living 70-year-old Japanese: from SONIC Study. J Dent. 2014; 42: 556-564.
39. Kamiya K, Narita N, Iwaki S. Improved prefrontal activity and chewing performance as function of wearing denture in partially edentulous elderly individuals: functional near-infrared spectroscopy study. PLoS One. 2016; 11:

e0158070.
40. Hidaka O, Iwasaki M, Saito M, Morimoto T. Influence of clenching intensity on bite force balance, occlusal contact area, and average bite pressure. J Dent Res. 1999;78:1336-1344.
41. Shiga H, Kobayashi Y, Katsuyama H, Yokoyama M, Arakawa I. Gender difference in masticatory performance in dentate adults. J Prosthodont Res. 2012; 56: 166-169.
42. Ohara Y, Hirano H, Watanabe Y, Edahiro A, Sato E, Shinkai S, et al. Masseter muscle tension and chewing ability in older persons. Geriatr Gerontol Int. 2013; 13: 372-377.
43. 奥田啓之. 有床義歯装着後の咀嚼筋活動からみた順応過程に関する研究. 歯科医学. 1995; 58: 93-109.
44. 幸阪保雄, 加藤光雄, 姜婷. 部分床義歯装着による咀嚼能力ならびに鉤歯動揺度の経時的変化. 補綴誌. 1991; 35: 681-688.
45. 腰原偉旦. 遊離端義歯における咬合接触状態の経時的変化. 補綴誌. 1982; 26: 361-377.
46. 対馬栄輝. SPSS で学ぶ医療系データ解析. 東京: 東京図書; 2007, 195-214.
47. 佐藤智昭. 正常者の歯列における咬合力分布に関する研究. 補綴誌. 1997; 41: 634-644.
48. 中村健太郎. 「力」を読む歯科臨床　デンタルプレスケールの適切な咬ませ方と患者への「力」の説明の実際. 歯界展望. 2007; 109: 513-516.
49. Serra CM, Manns AE. Bite force measurements with hard and soft bite surfaces. J Oral Rehabil. 2013; 40: 563-568.
50. Kon K, Shiota M, Sakuyama A, Ozeki M, Kozuma W, Kawakami S, et al. Evaluation of the alteration of occlusal distribution in inilateral free-end and intermediate missing cases. J Oral Implantol. 2017; 43: 3-7.
51. 平林健彦. 種々な下顎位における咬合力に関する研究. 日補綴会誌. 1975; 18: 337-360.
52. Tetsuka M, Saga T, Nakamura M, Tabira Y, Kusukawa J, Yamaki K. Relationship between masseter muscle form and occlusal supports of remaining teeth. Kurume Med J. 2012; 59: 5-15.
53. 河野令. 地域高齢者の咬合力と介護予防因子との関連について. 日老医誌. 2009; 46: 55-62.
54. Miyaura K, Morita M, Matsuka Y, Yamashita A, Watanabe T. Rehabilitation of biting abilities in patients with different types of dental prostheses. J Oral Rehabil. 2000; 27: 1073-1076.

55.　袖山亜紀. 短縮歯列の補綴処置効果における咬合力の重心移動. 口病誌. 1996; 63: 599-619.

図および表の説明

図 1　実験に用いた模型（D51FE-500A-QF，ニッシン社，京都）

図 2　解析結果の一例

図 3　総咬合力に対して上顎前歯部が占める割合（両側遊離端欠損）

図 4　総咬合力に対して上顎前歯部が占める割合（片側遊離端欠損）

図 5　実験に用いた義歯

A: 両側遊離端義歯　B: 片側遊離端義歯

図 6　両側 67 欠損における前歯部割合

図 7　片側 67 欠損における前歯部割合

図 8　欠損歯数ごとの義歯非装着状態での総咬合力，前歯部咬合力，前歯部割合

図 9　欠損歯数ごとの義歯装着状態での総咬合力，前歯部咬合力，前歯部割合

図 10　対象者全員の総咬合力，前歯部咬合力，前歯部割合

図 11　片側遊離端欠損を有する対象者の総咬合力，前歯部咬合力，前歯部割合

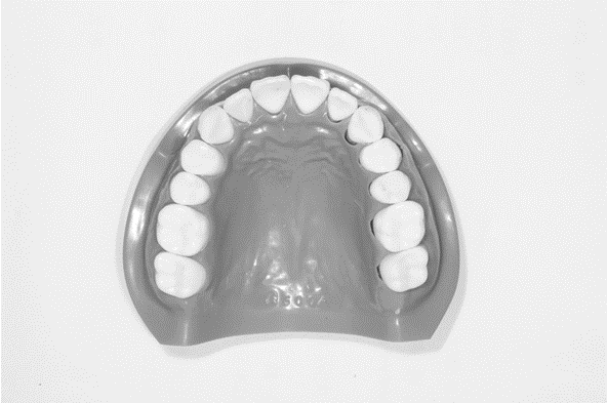
図 12　両側遊離端欠損を有する対象者の総咬合力，前歯部咬合力，前歯部割合

表 1　欠損歯数と各評価項目の相関関係（義歯非装着状態）

表 2　欠損歯数と各評価項目の相関関係（義歯装着状態）

A

B



C

図 1　実験に用いた模型（D51FE-500A-QF，ニッシン社，京都）

A: 側方面観（上下を固定した状態）

B: 上顎咬合面観

C: 下顎咬合面観

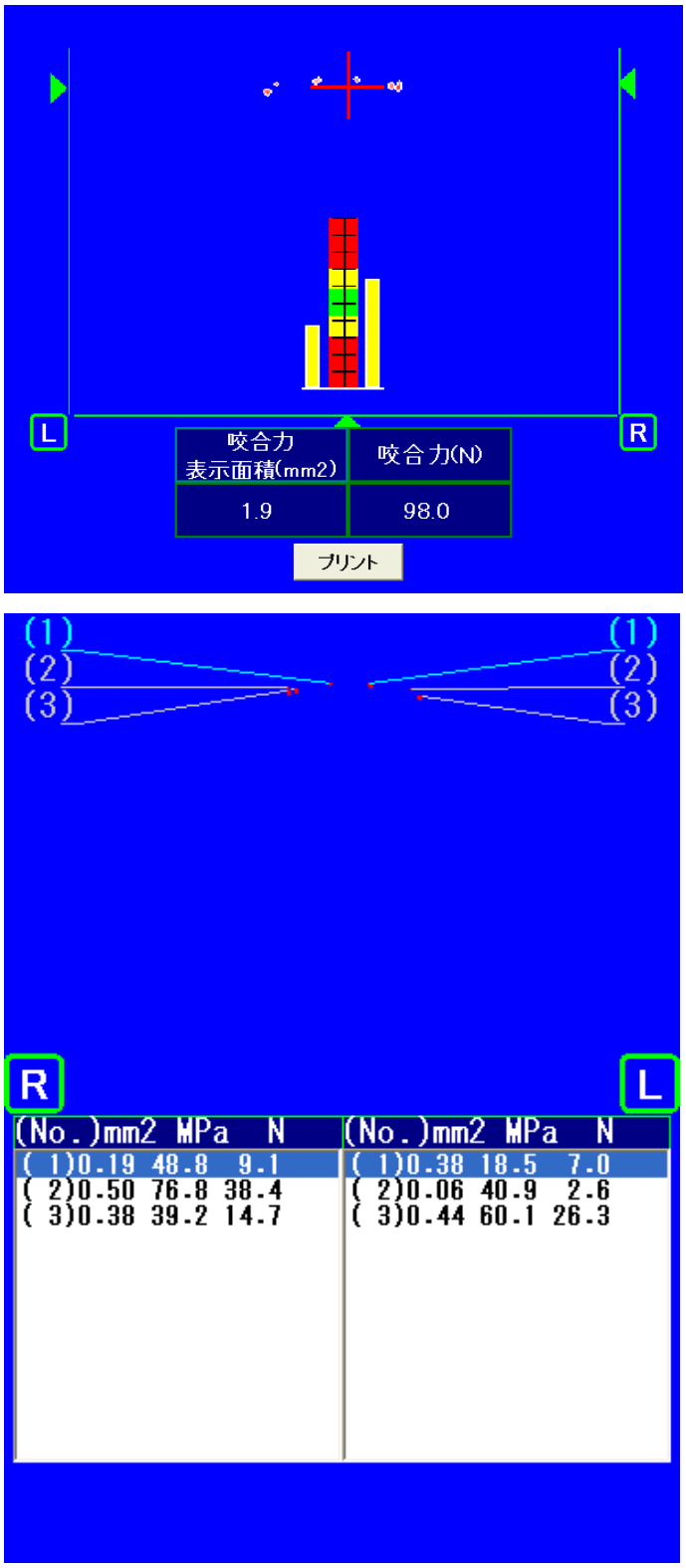


図 2　解析結果の一例（両側 34567 欠損）

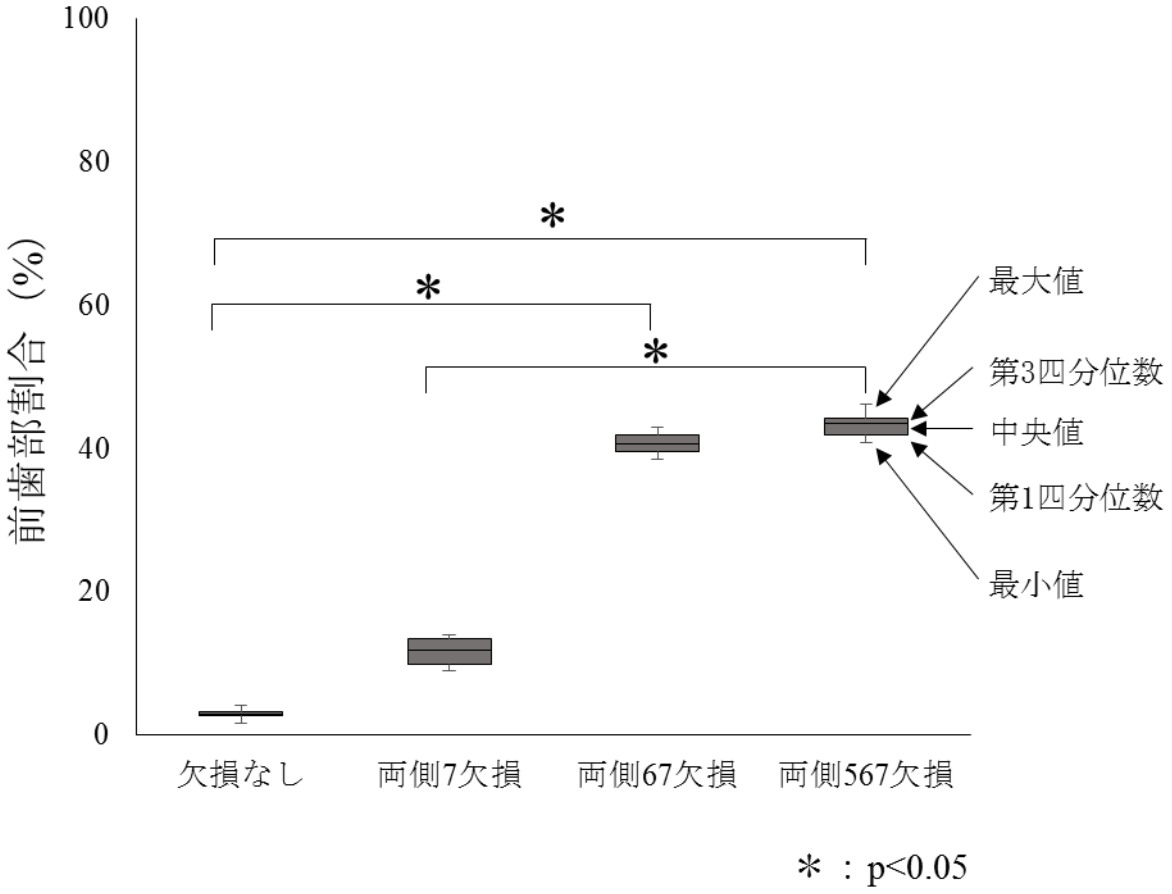


図 3　総咬合力に対して上顎前歯部が占める割合（両側遊離端欠損）

Kruskal-Wallis 検定により欠損歯数による差について検討し，有意差が認められた場合には Bonferroni 法による多重比較検定を行った.

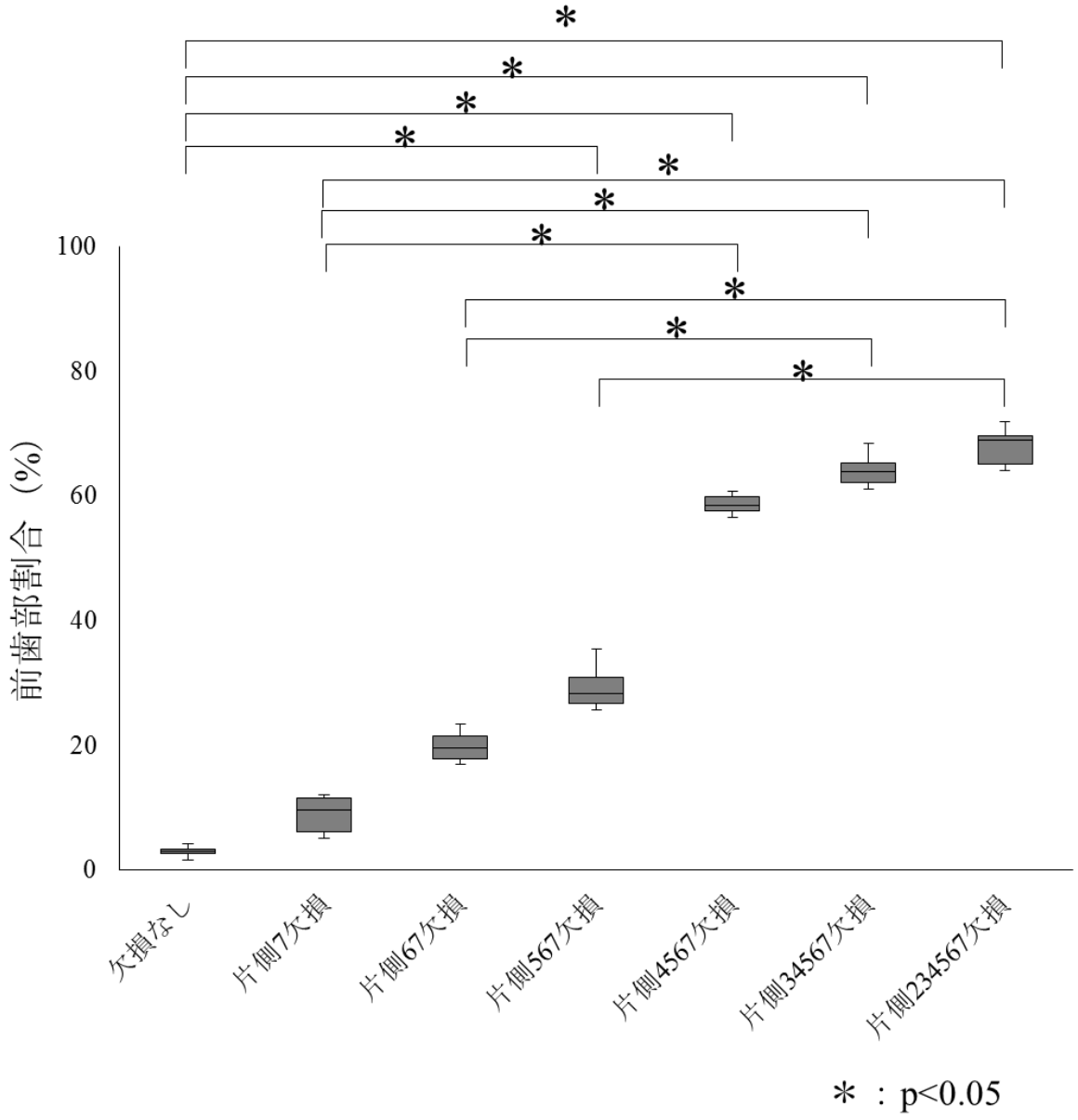


図 4　総咬合力に対して上顎前歯部が占める割合（片側遊離端欠損）

Kruskal-Wallis 検定により欠損歯数による差について検討し，有意差が認められた場合には Bonferroni 法による多重比較検定を行った.

A

B

図 5　実験 I に用いた義歯

A: 両側遊離端義歯

B: 片側遊離端義歯

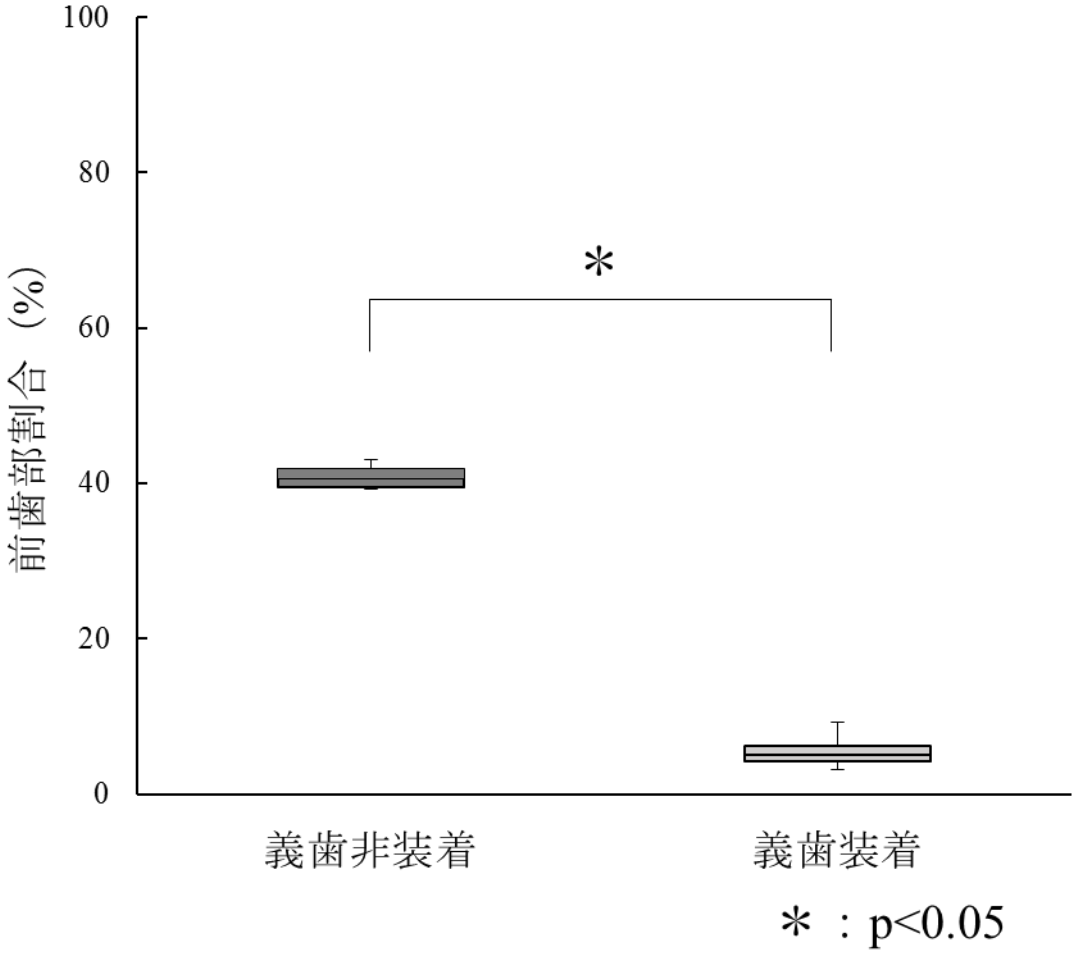


図 6　両側 67 欠損における前歯部割合

Wilcoxon の符号付順位検定により，義歯装着の有無による差について検討した.

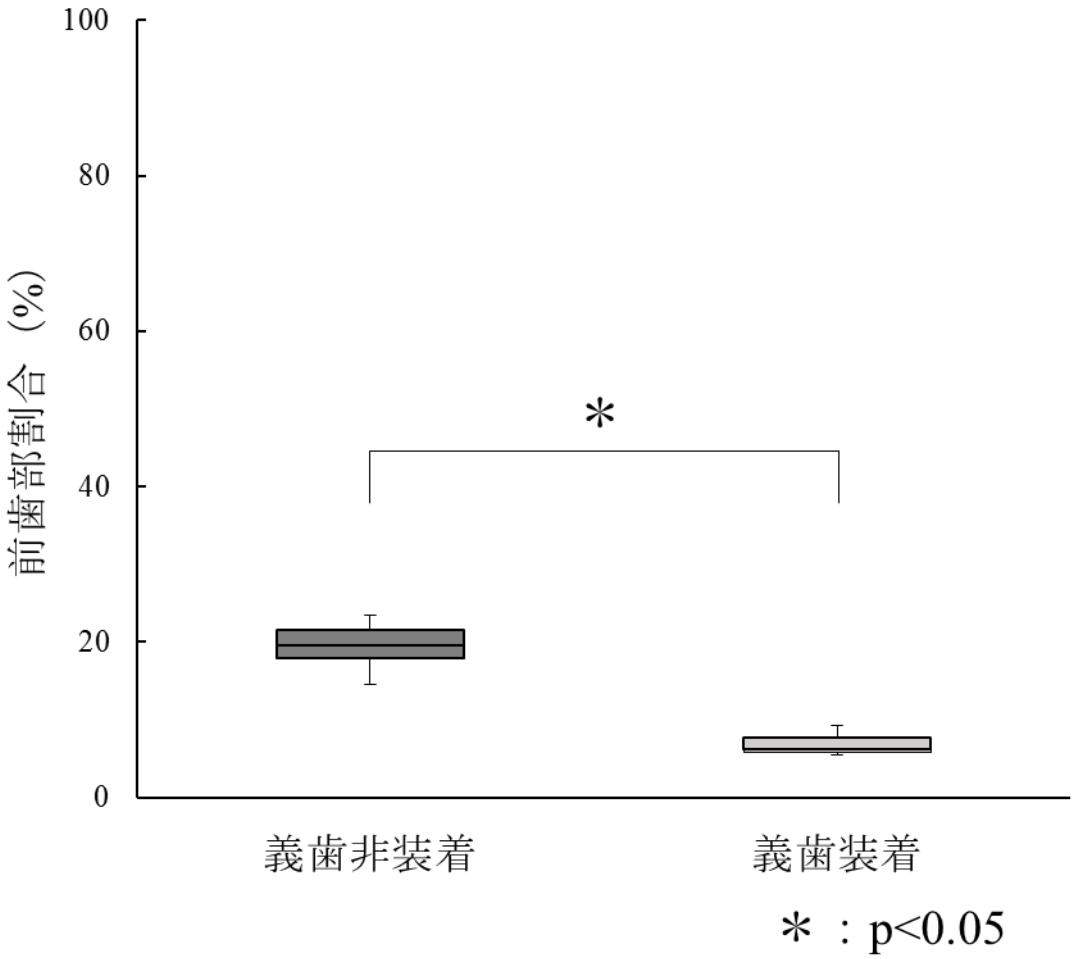


図 7　片側 67 欠損における前歯部割合

Wilcoxon の符号付順位検定により，義歯装着の有無による差について検討した.

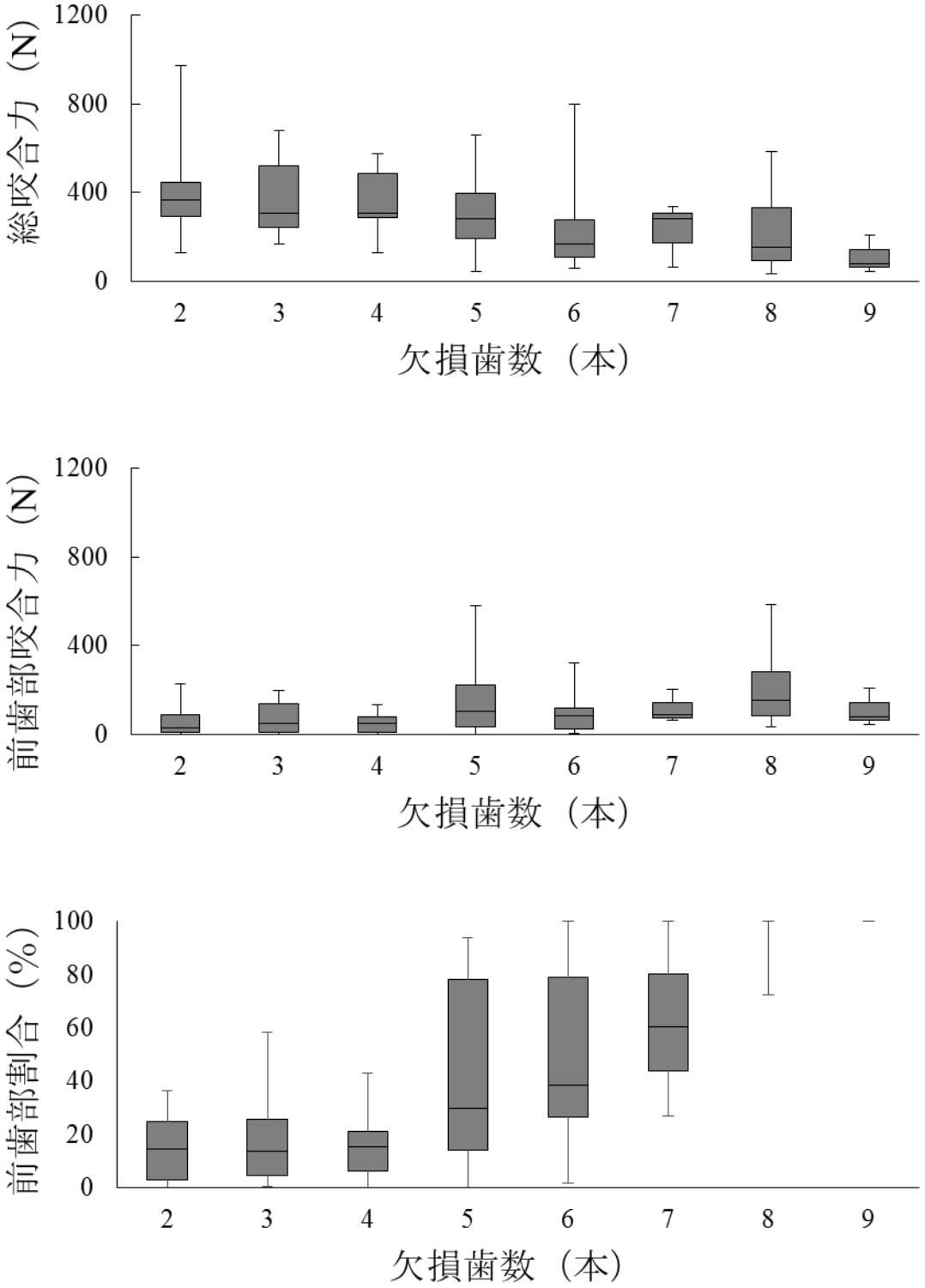


図 8　欠損歯数ごとの義歯非装着状態の総咬合力，前歯部咬合力，前歯部割合

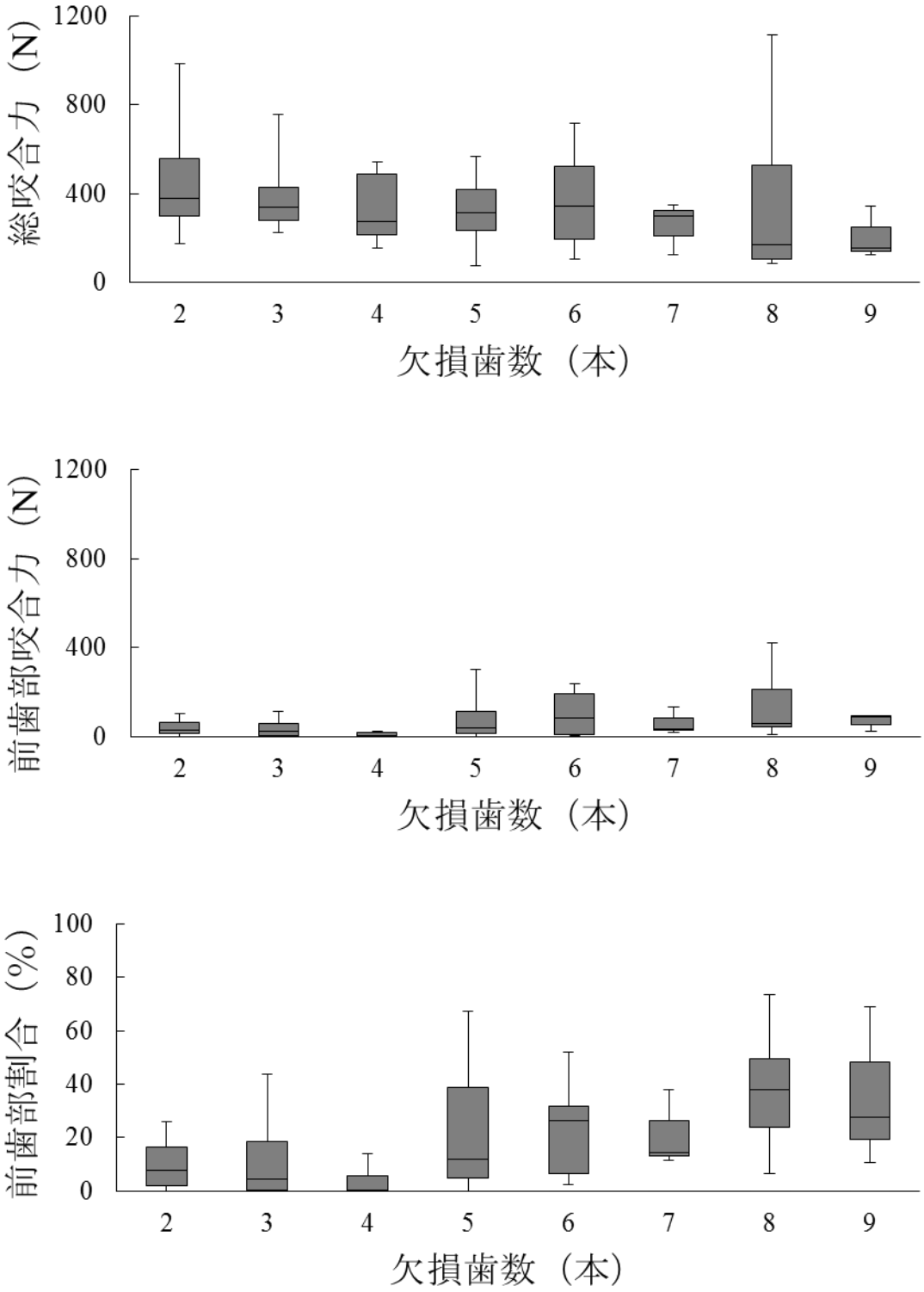


図 9　欠損歯数ごとの義歯装着状態の総咬合力，前歯部咬合力，前歯部割合

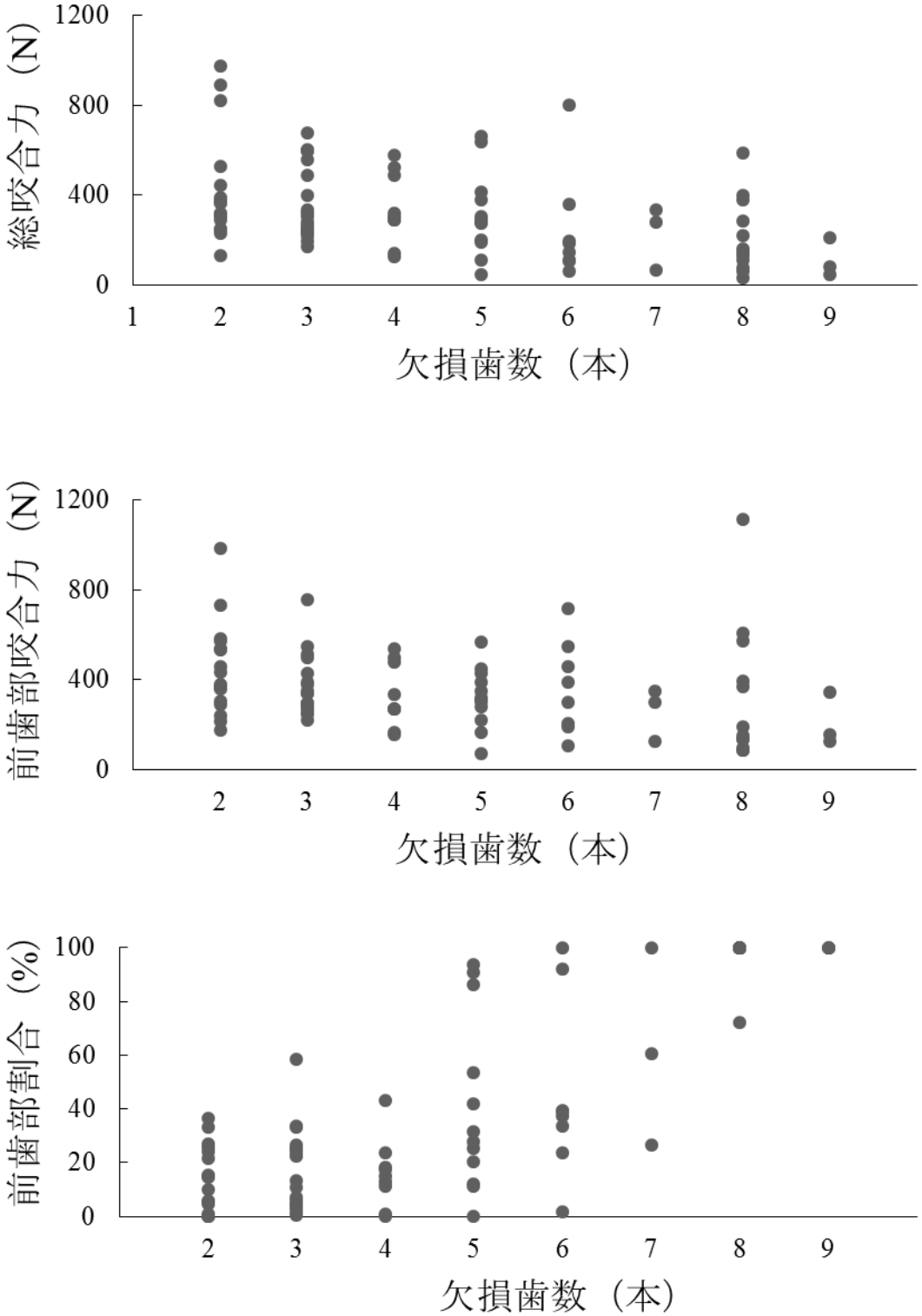


図 10　欠損歯数ごとの義歯非装着状態の総咬合力，前歯部咬合力，前歯部割合の分布

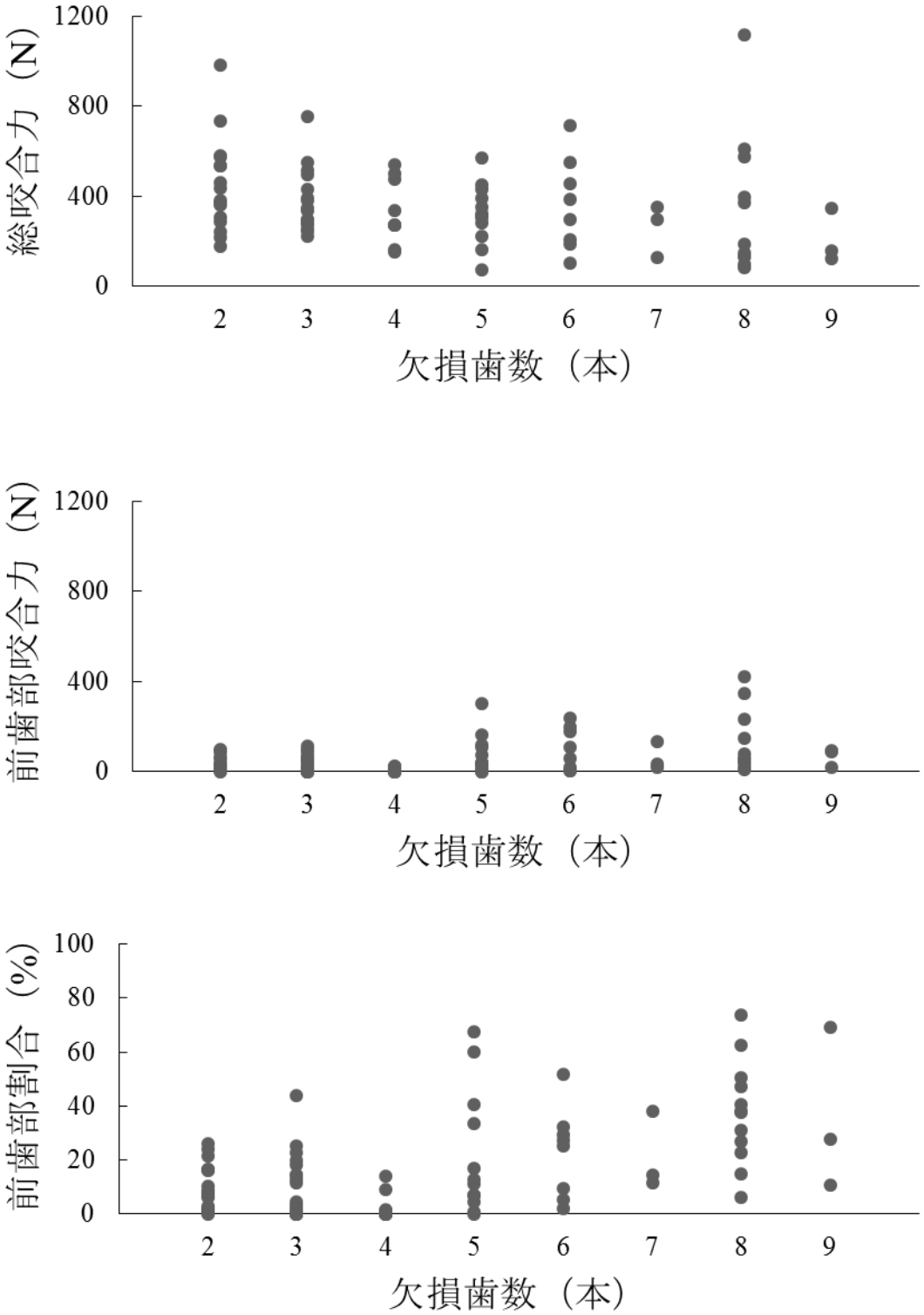


図 11　欠損歯数ごとの義歯装着状態の総咬合力，前歯部咬合力，前歯部割合の分布

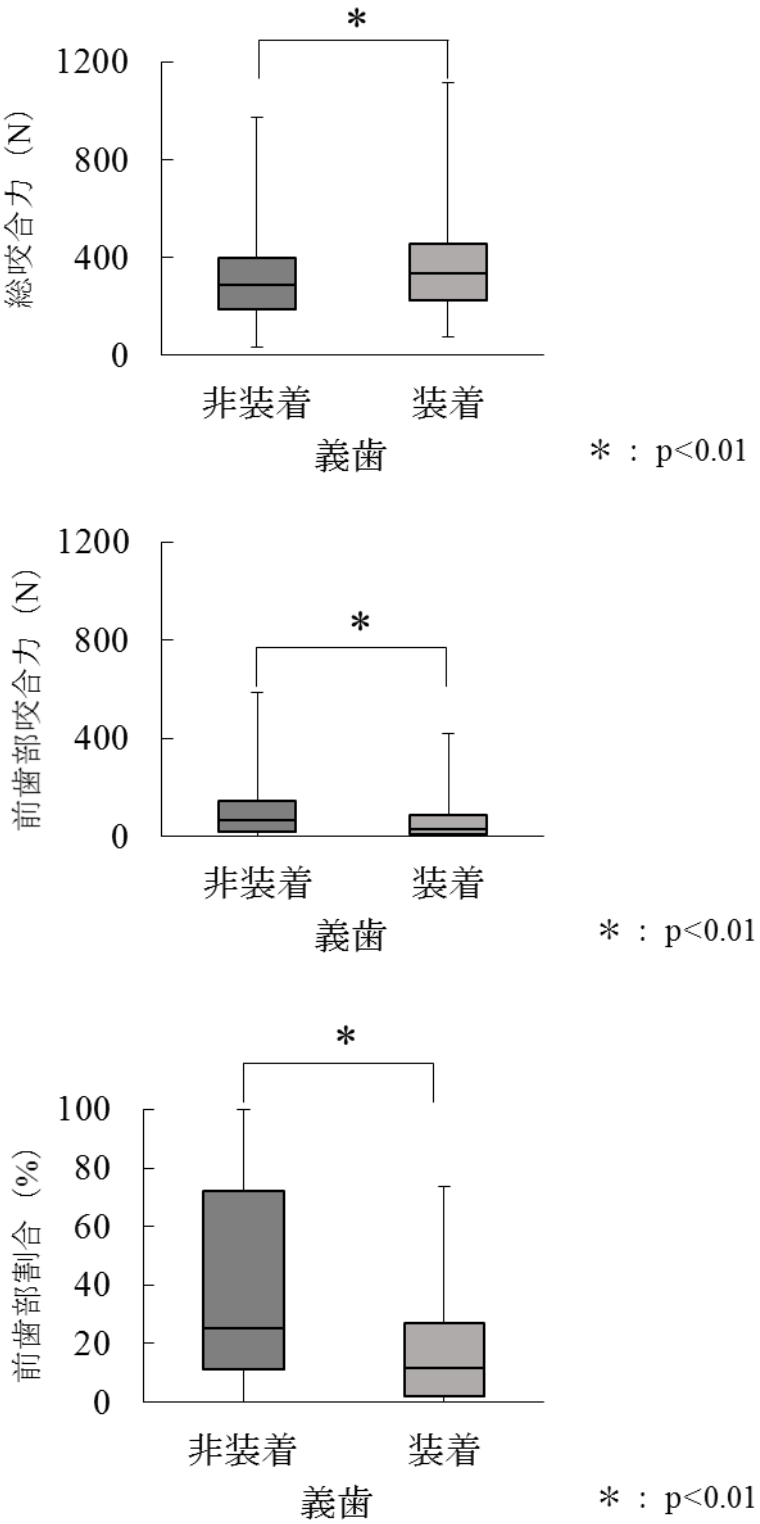


図 12　対象者全員の総咬合力，前歯部咬合力，前歯部割合

Wilcoxon の符号付順位検定により，義歯装着の有無による差について検討した．

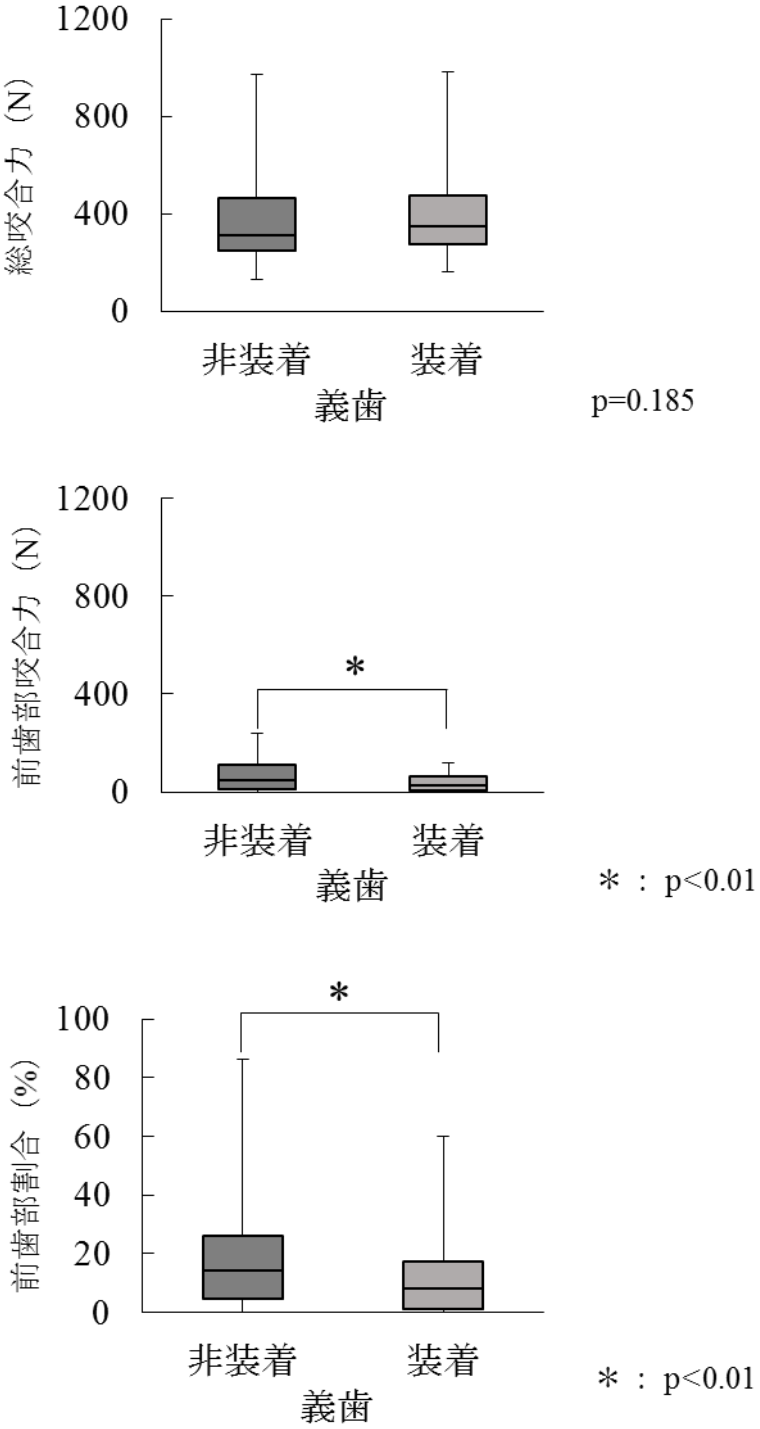
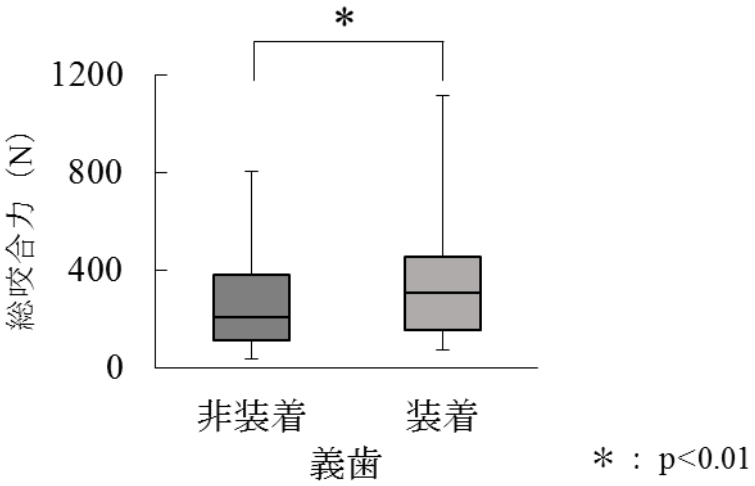
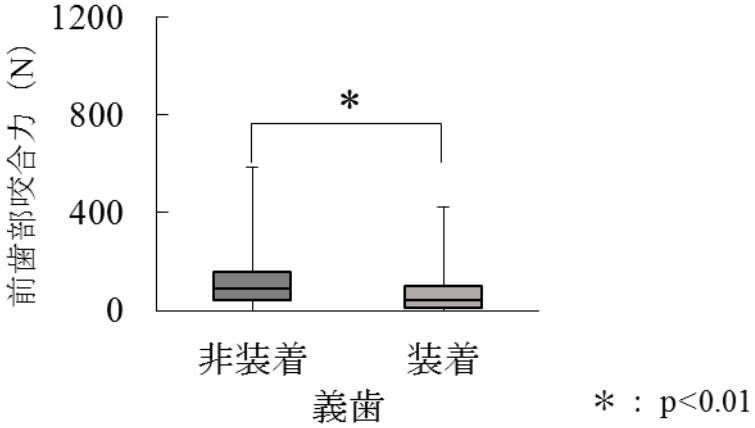


図 13　片側遊離端欠損を有する対象者の総咬合力，前歯部咬合力，前歯部割合

Wilcoxon の符号付順位検定により，義歯装着の有無による差について検討した．





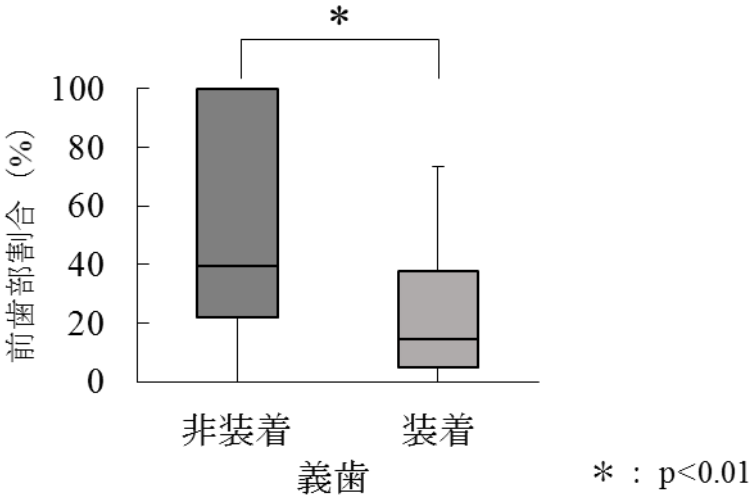


図 14　両側遊離端欠損を有する対象者の総咬合力，前歯部咬合力，前歯部割合

Wilcoxon の符号付順位検定により，義歯装着の有無による差について検討した．

表 1　欠損歯数と各評価項目の相関関係（義歯非装着状態）

	rs	p値
総咬合力（N）	-0.404	<0.01
前歯部咬合力（N）	0.381	<0.01
前歯部割合（%）	0.808	<0.01

rs : Spearmanの順位相関係数

表 2　欠損歯数と各評価項目の相関関係（義歯装着状態）

	rs	p値
総咬合力（N）	-0.231	0.036
前歯部咬合力（N）	0.375	<0.01
前歯部割合（%）	0.537	<0.01

rs : Spearmanの順位相関係数

表 3　欠損歯数ごとの男女の人数分布

欠損歯数	2	3	4	5	6	7	8	9
男性	3	9	1	7	4	2	3	0
女性	14	10	8	5	4	1	9	3

表 4　欠損部位ごとの人数分布

	両側遊離端欠損	片側遊離端欠損	合計
上顎	10	11	21
下顎	35	27	62
合計	45	38	83