

咀嚼における食片の舌側貯留率に関する研究

玉井一樹

The Pool Rate of Test Food in the Oral Cavity Proper on Mastication

Kazuki TAMAI

The percentage of particles crushed by chewing that pool in the oral cavity proper has an effect on mastication and bolus formation. The first of the two experiments in the present study evaluated the degree of crushing and the pool rate in the oral cavity proper in subjects chewing peanuts under normal occlusion conditions. The second experiment evaluated the food flow and the pool rate in the buccal oral vestibule and the oral cavity proper using complete dentures with two different occlusal forms.

Eleven dentulous healthy adults participated in the present study. Crushed particles of peanuts were collected separately from the buccal oral vestibule and oral cavity proper. The degree of crushing was then measured using 10-, 16- and 20-mesh sieves. Subsequently, two dentures with an interocclusal distance of 0 mm (full balanced occlusion : FBO) and 1 mm (lingualized occlusion : LO) between the buccal cusps of the upper and lower denture were fabricated. Silicone putty was chewed with the dentures that were attached to a universal testing machine. The hardened silicone putty was then cut into buccal and lingual sides at the central groove of the upper molars in a mesio-distal direction, and the weight of these sections was measured.

The results were as follows.

1. The pool rate of crushed particles in the oral cavity proper was 78.8% under normal occlusion conditions.
2. The degree of crushing was higher on the lingual side.
3. The pool rate of crushed particles in the oral cavity proper under FBO was higher than that under LO. FBO is thus more promotive of bolus formation.

Key words : mastication, pool rate, oral cavity proper, occlusal scheme

緒言

ヒトの咀嚼行動では、口腔に取り込んだ食物を咬断、粉碎、臼磨し、唾液と混和することにより嚥下可能な食塊を形成する¹⁾。この過程において、食物は頬や舌の働きにより開口状態で咬合面に保

持され、閉口するにしたがい咬合面間で粉碎される。粉碎された食片は固有口腔で唾液と混和され食塊が形成される²⁻⁴⁾。一方、口腔前庭に溢出した食片は、開口時に頬と舌や口唇によって咬合面に運ばれて再び咬合面間で粉碎される。この動作が繰り返されることにより、口腔前庭に貯留した

受付：平成24年6月29日、受理：平成24年7月24日
奥羽大学大学院歯学研究科口腔機能回復学専攻
(指導：清野和夫教授)

Department of Oral Rehabilitation, Ohu University
Graduate School of Dentistry
(Director : Prof. Kazuo SEINO)

食片も固有口腔に移送され食塊が形成される。この咀嚼行動における食片の動態は咀嚼効率を考える上で重要であることから、食片の流路について検討されてきた²⁻⁶⁾。

食片の動態をシリコン印象材の代用食品で検討した塩屋⁷⁾は、咬合面から溢出した代用食品が頬側と舌側へ流れることを確認し、その流路は歯冠豊隆度と肉肉形態の影響を受けることを報告した。木戸⁸⁾は、ピーナッツを試験食品として、咀嚼後の粉碎粒子を頬側と舌側に分けて回収し、全回収量に対する口腔前庭からの回収量の割合を頬側貯留率、咬合面と固有口腔からの回収量の割合を舌側貯留率とした。この方法に準じて食物動態を定量的に追究した結果、粉碎粒子は咀嚼の進行に伴い舌側に移動し、食塊形成に至ることを報告している。また、丸山ら⁹⁾は上顎臼歯咬合面の食片流路が食物動態と食物粉碎能力に影響を及ぼすことを報告している。これらの報告から、健全歯列者における食片の流路は咀嚼能力と食塊形成に影響することが伺える。これまで、食塊形成に影響を及ぼす食品の粉碎粒度については、10meshの篩上粒子により検討されているが⁹⁾、細粒の分布については明らかにされていない。

一方、咬合面形態と食片の流路については、頬側咬合面間隙量が口腔前庭への溢出に影響を及ぼすことが報告されている¹⁰⁾。全部床義歯においては、フルバランスド・オクルージョンとリングライズド・オクルージョンにおける食片の流路が論議されている¹¹⁻¹⁷⁾。フルバランスド・オクルージョンでは、食物を咬合面に保持する効果が働くとともに、側方滑走により食物の粉碎、臼磨と舌側移送が行われる。これに対してリングライズド・オクルージョンでは、頬側咬合面間隙の付与による溢出効果が働き、食片は口腔前庭側に溢しやすい咬合様式といえる。そのため、頬側咬合面間隙と咀嚼能力との関係については検討されてきたが、食品の舌側頬側貯留率に対する頬側溢率の比較については明らかにされていない。

そこで本研究では、まず健全歯列者において、咀嚼に伴う粉碎粒子の舌側貯留率とその粉碎度を調べ、次に、全部床義歯の人工歯咬合面形態の違いが食片の流路と食片の頬側溢率および舌側溢

出率に与える影響について検討することを目的とした。

材料と方法

1. 健全歯列者における舌側貯留率

1) 被験者

被験者は、奥羽大学歯学部学生と教職員のなかから、顎口腔系に異常を認めず、第一大臼歯の近遠心関係が Angle I 級を有する成人男性11名(平均年齢27.5±1.5歳)を選択した。

2) 試験食品の粉碎度測定法

(1) 試験食品

試験食品には、胚芽を除去した千葉県産の落花生を選択した。温度を100℃に設定したオーブンで落花生を1時間乾燥後、電子上皿天秤(PG603-S, Mettler-Toledo)にて3gを計量し、葉袋に保存したものを実験に供した。

(2) 咀嚼方法

実験の開始に先立ち、被験者にブラッシングによる口腔清掃を指示した。実験に際しては、乾燥落花生3gを習慣性咀嚼側で飲み込まずに20回咀嚼し、最終回では咬頭嵌合位で咬合接触を保持するよう指示した。

(3) 粉碎粒子の回収方法

咀嚼した粉碎粒子を頬側と舌側に分離して回収するため、回収装置を試作した(図1)。本装置は上蓋と下蓋に分割できる樹脂製の筒に、目開きの1辺が0.35mmのナイロン製メッシュの濾過袋を内蔵させ、歯科用ユニットのパキュームと接続して吸引できるように設計した。

粉碎粒子の回収に際しては、咬合状態を保持しながら、口腔前庭側に貯留している粉碎粒子を回収装置で吸引した。吸引された粉碎粒子を濾過袋に貯留させた後、濾過袋を装置から取り出し、全ての貯留物をビーカー内に回収した。次に、咬合面と固有口腔に貯留している粉碎粒子を回収装置で吸引し、前述の方法に準じてビーカーに回収した。口腔内に残留している粒子はピンセットで摘み出し、水で含嗽した後に再び回収装置で吸引し、その全てをビーカーに回収した。

(4) 篩分法

回収した粉碎粒子の粒度を測定するため、篩振

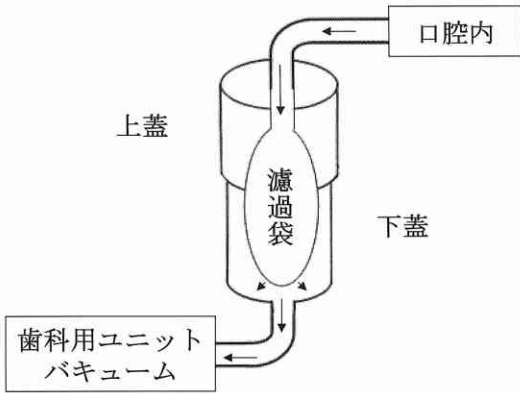


図1 試験食品回収装置

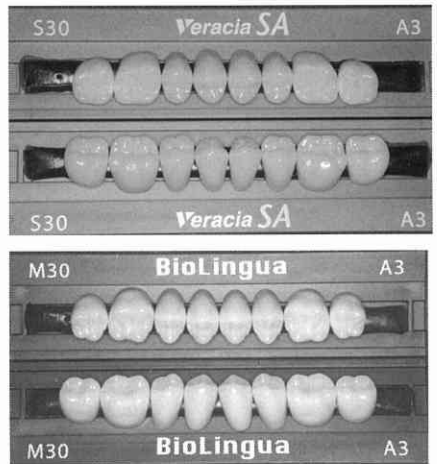


図3 実験用義歯に使用した人工歯

- a : フルバランスド・オクルージョン用人工歯
- b : リンガライズド・オクルージョン用人工歯

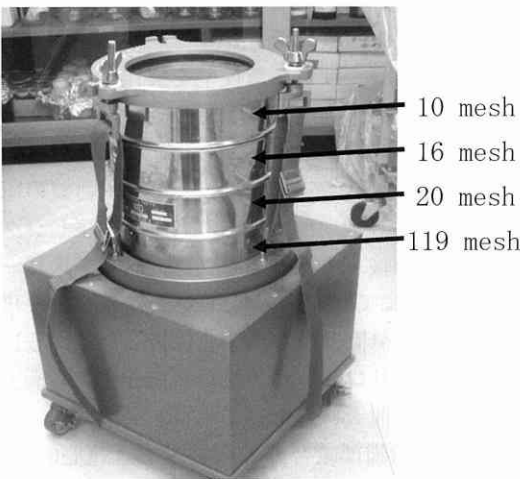


図2 篩振動器と篩

上段から10, 16, 20, 119 mesh

盪器（筒井理化学）を用いて、10mesh（目開き1.7mm）、16mesh（目開き1.0mm）、20mesh（目開き0.85mm）で篩い分けし、通過した粒子を119mesh（目開き0.125mm）の篩で回収した（図2）。篩い分けは、頬側から回収した粉碎粒子、および咬合面と固有口腔から回収した粉碎粒子のそれぞれについて行った。篩上の粉碎粒子を前述の方法と同様に、100℃、1時間で乾燥させ、電子式上皿天秤にて秤量した。

全回収量に対する頬側からの回収量の割合を算出し頬側貯留率とした。また、咬合面と固有口腔からの回収量を算出し、全回収量に対する割合を

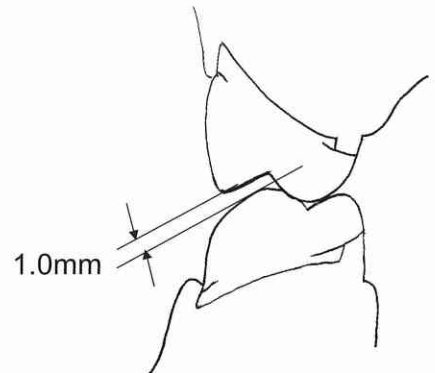


図4 頬側咬頭間隙量

舌側貯留率とした。

なお、本研究は奥羽大学倫理審査委員会の承認（第55号）を得て行った。

2. 咬合面形態と舌側溢出率

1) 実験用義歯

実験用義歯の製作に先立ち、顎模型（G1-402型、ニッシン）を副模型製作用シリコーン印象材（デュプリコーン、松風）にて印象し、超硬質石膏（ニューフジロック、ジーシー）を注入して作業用模型を製作した。顎模型に対応する既製の基礎床と咬合堤を用いて咬合床を製作し、咬合平面板を用いて半調節性咬合器（Hanau Arcon H2 Articulator, Whip-Mix(Hanau)）に装着した。下顎の作業用



図5 実験用義歯を設置した万能試験機

模型にも既製の基礎床と咬合堤を用いて咬合床を製作し、上下顎の咬合堤咬合面どうしが一致する位置をもって上下顎対向関係とし、咬合器に装着した。咬合器の矢状顎路角は 30° 、平衡側側方顎路角 15° 、矢状切歯路角 15° 、側方切歯路角 20° に設定した。上下顎前歯部の人工歯にはベラシアSA（松風）を選択した。臼歯部人工歯は、フルバランスド・オクルージョン（以後、FBO）用人工歯としてベラシアSA（松風）を、リングライズド・オクルージョン（以後、LO）用人工歯としてバイオリング（松風）を選択した（図3）。なお、LOは両側性平衡咬合とし、頬側咬合面間隙は 1.0mm とした（図4）。

完成した蠟義歯をプラスチックに埋没し、義歯床用レジン（パラエクスプレス, Heraeus-Kulzer）を用いて重合した。その後は通法に則り義歯を製作し、咬合器に再装着して最終的な咬合調整を行い、実験用義歯を完成させた。

2) 測定方法

実験用義歯を万能試験機（AG-10k NE, 島津製作所）に装着し、顎模型を上下顎人工歯が咬頭嵌合する位置で固定した。その状態から下顎義歯を 20mm 下降させ、長さ 30mm 、幅 6mm 、厚さ 2mm に成形したシリコンパテ（エグザファインパテタイプ, ジーシー）を下顎右側咬合面にジグを用いて固定した。シリコンパテの成形には所定の形態に製作した樹脂製の型枠を用いた。ま

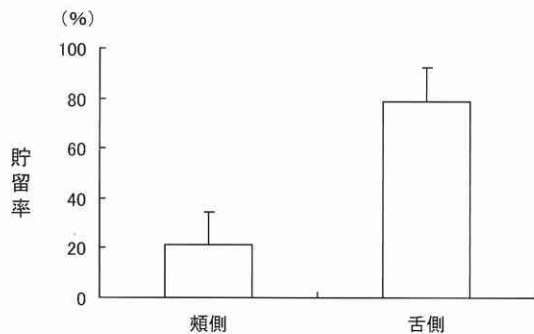


図6 健康歯列者における頬側貯留率と舌側貯留率(n=11)

た、シリコンパテを咬合面に固定するジグを製作するために、まず型枠で成形したシリコンパテを所定の位置に固定した。次に前述の副模型製作用シリコン印象材でシリコンパテを固定した歯列を印象し、硬質石膏模型を製作した。この模型から咬合面に固定した状態のシリコンパテと歯列の陰型を加圧吸引装置（エルコプレス, Erkodent）を用いて製作した。この樹脂製の陰型を頬舌的に分割、復位できるように加工しジグとした。その後、下顎義歯をクロスヘッドスピード 1.0mm/sec にて咬頭嵌合位まで上昇させ、硬化するまでの4分間、咬合状態を保持した（図5）。

硬化したシリコンパテを実験用義歯から撤去し、電子式上皿天秤を用いて重量を計測した。その後、上顎臼歯部咬合面の中央溝を近遠心的で、咬合平面に対して直角方向に切断した。切断には替刃メス#11（フェザー安全剃刀）を用いた。次に、頬側溢出率と舌側溢出率を検討するために、切断後のシリコンパテをそれぞれ計量し、全重量に対する頬側の割合を頬側溢出率、舌側の割合を舌側溢出率として算出した。測定回数はFBO, LO各々20回とした。

平均値の差の検定には Student t-test を用いた。有意水準は 5% とした。

結 果

1. 健全歯列者における舌側貯留率と粉砕度

実験に用いた乾燥落花生 3g のうち、回収装置の濾過袋に回収され、篩上に残留した粉砕粒子の重量は $1.42 \pm 0.16\text{g}$ （平均値 \pm 標準偏差）で、回収率は $47.4 \pm 5.2\%$ 、最大値は 60.6% 、最小値は

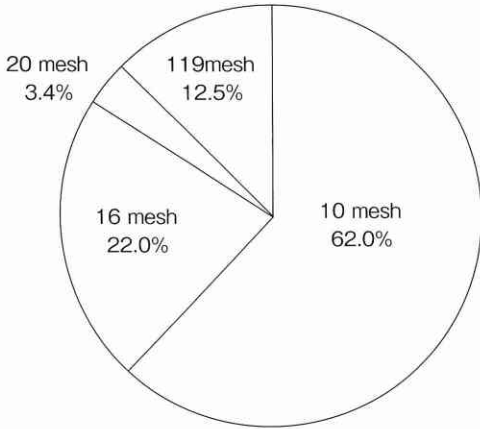


図7 頬側から回収された粉碎粒子の篩別回収率 (n=11; 平均値)

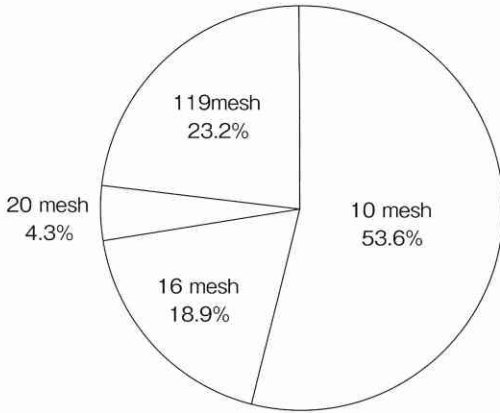


図8 舌側から回収された粉碎粒子の篩別回収率 (n=11; 平均値)

42.5%であった。

全回収量のうち頬側貯留率は $21.2 \pm 13.4\%$ 、舌側貯留率は $78.8 \pm 13.4\%$ であった(図6)。回収された粉碎粒子の粒度を頬側と咬合面および舌側から回収した粉碎粒子の間で比較するため、それぞれの回収量に対する篩ごとの篩上粒子の割合を算出した。その結果、10meshの篩上粒子では、頬側から回収された粉碎粒子が $62.0 \pm 12.3\%$ であったのに対して、咬合面と舌側から回収された粉碎粒子は $53.6 \pm 6.2\%$ と、頬側から回収された粉碎粒子の方が大きな割合を示した。また、16meshの篩上粒子は、頬側から回収された粉碎粒子が $22.0 \pm 7.5\%$ であったのに対して、咬合面

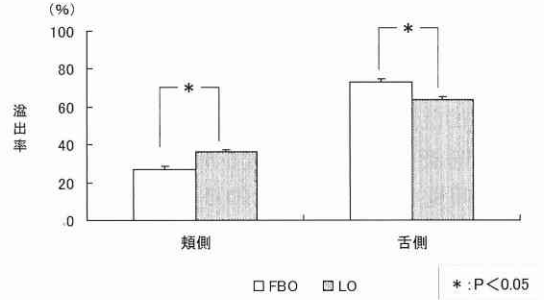


図9 咬合面形態の違いによる頬側溢出率と舌側溢出率 (n=20)

と舌側から回収された粉碎粒子は $18.9 \pm 2.5\%$ と、10meshと同様に頬側で大きな値を示した。それに対して、20meshの篩上粒子は頬側から回収された粉碎粒子の $3.4 \pm 1.5\%$ に比較して、咬合面と舌側から回収された粉碎粒子は $4.3 \pm 2.2\%$ と、頬側よりも大きな値を示した。また、篩を通過して119meshに回収された粉碎粒子は、頬側から回収された粉碎粒子が $12.5 \pm 5.9\%$ 、咬合面と舌側から回収された粉碎粒子が $23.2 \pm 3.5\%$ と咬合面と舌側から回収された粉碎粒子の方が多かった(図7, 8)。

2. 咬合面形態の違いによる舌側溢出率

咬合面形態の違いが舌側溢出率に及ぼす影響を検討するため、咬合時のシリコンパテが頬側と舌側に溢出する割合を頬側溢出率および舌側溢出率とみなして比較検討した。その結果、万能試験機で徐々に咬合させると、シリコンパテは頬側と舌側方向に溢出し始め、咬合接触時には咬合面から咬頭頂付近の咬頭外斜面へ流れた様相を呈した。印象材が硬化後、シリコンパテを取り出して重量を測定し、上顎咬合面の中央窩の位置で近遠心的に切断した。切断された頬側および舌側の重量を測定し、全重量との割合を算出した。その結果、頬側への溢出率はLOが $35.9 \pm 1.8\%$ 、FBOが $21.1 \pm 1.8\%$ と、LOが有意に大きな値を示した。これに対して、舌側への溢出率はLOが $64.1 \pm 1.4\%$ 、FBOが $72.9 \pm 1.8\%$ と、FBOが有意に大きな値を示した(図9)。この結果から、LOは頬側に溢出する割合が高く、舌側への溢出率はFBOの咬合様式の方が高いことが示された。

考 察

1. 健常歯列者における舌側貯留率

咀嚼には、食物を嚥下しやすく粉砕し、食物と唾液を混和して食塊を形成するとともに、味覚や嗅覚を亢進させる目的がある。この目的を達成するため、咀嚼には、歯、顎、顎関節、咀嚼筋だけではなく、頬や舌の口腔軟組織、唾液、感覚受容器など口腔を構成する多くの器官が関与している¹⁸⁻²⁸⁾。すなわち、咀嚼機能は顎口腔系を構成する各器官の総合的な機能によって行われていることになる。

口腔に食物が取り込まれるときには開口状態にあり、食物は頬と舌により咬合面へと移送される。閉口運動により食物は上下顎の咬合面間で粉砕され、頬側と舌側に溢出する。口腔前庭に溢出した粒子は、開口時に頬と舌の作用により再び咬合面へと移送され、咬合面間で粉砕される。この行動が繰り返されることにより粒子は細くなり嚥下へと至る。粉砕された粒子が舌側に貯留する割合が多くなることは食塊形成にとって有利であり、咀嚼能率を考えるとときに重要な因子になると考えられる。そこで、今回の実験では粉砕粒子の舌側貯留率と粒度を調べるため、粉砕粒子を頬側と舌側に分けて回収することにした。回収装置は、口腔内の粉砕粒子を歯科用ユニットのバキュームと接続して吸引し、濾過袋に回収するように設計した。濾過袋の mesh は目開きの一辺が0.35mmのナイロン製で、篩では42meshに相当する目開きである。

咀嚼能率を測定する方法は種々考案されている²⁹⁻³⁷⁾が、咀嚼時の食品の粉砕による粒子の大きさによって判定する方法が一般的である。そのため食品としては唾液に溶解しにくく、歯に付着しにくいピーナッツ²⁹⁾や生ニンジン^{30,31)}および生米³²⁾などが、回収率の高い食品として多用されてきた。粉砕粒子の大きさを測定するには篩が用いられてきた。Manlyら²⁹⁾はピーナッツを20回咀嚼した後の粒子は10~20meshの大きさになることを報告している。そこで、今回は試験食品として落花生を用い、篩は目開き1.7mmの10mesh、目開き1.0mmの16meshおよび目開き0.85mm

の20meshとした。なお、濾過袋で回収された粉砕粒子のすべてを篩で回収するため、最終の篩として目開き0.125mmの119meshを追加した。

試験食品として用いた乾燥落花生3gのうち、20回咀嚼により粉砕された粒子の回収量は1.42±0.16gであり、回収率は47.4±5.2%であった。そのうち、舌側に貯留した粉砕粒子は平均1.11±0.18gで、舌側貯留率は78.8±13.4%であった。また、頬側に貯留した粉砕粒子は0.31±0.22gで、頬側貯留率は21.2±13.4%であった。これらの値は木戸³⁾の報告に類似しているが、舌側貯留率は木戸³⁾が報告した71.1%よりやや大きな値であった。これは、舌側に貯留した粉砕粒子は頬側に貯留した粒子よりも細粒になっていたことと、今回使用した篩の目開きが木戸³⁾の使用した10meshの篩よりも目の細かい20meshと119meshを含んでいたことによるものと考えられた。

粉砕粒子の粒度を10meshの篩に残留した割合でみると、頬側から回収された粉砕粒子が62.0±12.3%であったのに対して、咬合面と舌側から回収された粉砕粒子は53.6±6.2%と、頬側の方が多かった。このことは、落花生を咀嚼した場合、口腔前庭に溢出した粉砕粒子は咀嚼の進行が遅れ、20回の咀嚼回数では咬合面や固有口腔に移送されることなく残留することを示している。また、16meshで頬側から回収された粉砕粒子は22.0±7.5%、咬合面と舌側から回収された粉砕粒子は18.9±2.5%であり、頬側から回収された粉砕粒子の方が多いたことが示された。さらに、20meshでは頬側から回収された粉砕粒子は3.4±1.5%、咬合面と舌側から回収された粉砕粒子は4.3±2.2%であり、119meshに回収された粉砕粒子の割合は、頬側から回収された粉砕粒子が12.5±5.9%だったのに対して、咬合面と舌側から回収された粉砕粒子は23.2±3.5%と多かった。このように、咬合面と舌側から回収された粉砕粒子が10meshと16meshで残留する量が少なく、20meshと119meshで多かったことは、咬合面と舌側に貯留する粉砕粒子は頬側よりも咀嚼が進行していることを示している。

2. 咬合面形態と舌側貯留率

粉砕粒子が頬側や舌側へ溢出することに対して

は、咬合面形態が関与していることが指摘されている¹⁰⁾。丸山ら⁹⁾は上顎臼歯部の咬合面形態が食物動態と粉碎能力に影響を与えていることを報告した。その中で、頬側咬頭内斜面に間隙を与えると、粉碎粒子の舌側に貯留する割合が低下し、併せて粉碎度も低下すると述べている。一方、全部床義歯においては、リングライズド・オクルージョンの人工歯咬合面形態と咀嚼能率の関連について検討されている。リングライズド・オクルージョンは、中心咬合位および側方滑走運動時に、上顎臼歯の舌側咬頭だけが下顎臼歯に接触することで咬合力を舌側へ誘導して、義歯の安定を図る咬合様式とされ、Poundら³⁸⁻⁴⁰⁾により提唱された咬合理論である。これは、頬側咬合面間隙量を調節することによって義歯に加わる側方力を減少させ、食品の溢出効果を大きくすることによって義歯の安定性と負担圧の軽減をはかることのできる咬合様式である⁴¹⁻⁴³⁾。この咬合様式では、義歯の安定と食品の溢出効果は高まる反面、頬側の上下顎臼歯咬頭間に間隙を与えることから、食品によっては口腔前庭に食片が溢出し、丸山ら⁹⁾の報告と同様に咀嚼効率に影響を与えることが考えられる。このリングライズド・オクルージョンの咬合面形態と咀嚼能率との関係については従来から報告されているが、食片の流路や舌側溢出率に関しては不明な点が多い。そこで、リングライズド・オクルージョンの咬合様式が食片の舌側溢出率に及ぼす影響を検討するため、試験食品の咀嚼をシミュレートしてシリコンパテの流路と頬側および舌側への溢出率について検討した。

リングライズド・オクルージョンに付与する頬側咬合面間隙量は食品の溢出効果に大きな影響を与える。この間隙については1.0～1.5mmに設定するのが適切であるといわれている^{15,17)}。今回はこれらの報告をもとに、実験用義歯に付与する頬側咬合面間隙量を1mmとした。試験食品はシミュレータの構造上、粉碎して周囲に飛散する食品は使用できなかったため、シリコンパテを用いることにした。印象材の量によって頬側と舌側に流れ出る割合に影響が及ぶため、予備実験によって、臼歯列の近遠心径を満たす、長さ30mm、幅6mm、厚さ2mmの立方体が最適であったこ

とから、試作のジグを用いて咬合面に設置することにした。咬合状態で硬化したシリコンパテを頬舌的に切断して、それぞれの重量を計測し全重量に対する割合を求めた。その結果、FBOの頬側への溢出率は $27.1 \pm 1.8\%$ 、舌側への溢出率は $72.9 \pm 1.8\%$ であった。FBOの頬側への溢出率は健常歯列者の値である21.2%よりやや大きな値を示した。これは、実験用義歯では1回の咬合のみによる結果であり、咀嚼の回数が増加し、咀嚼が進行すれば、健常歯列者と同様に頬側に溢出した粉碎粒子が舌側に移送されるものと推測される。これに対して、LOでは頬側への溢出率が $35.9 \pm 1.8\%$ 、舌側への溢出率が $64.1 \pm 1.4\%$ であった。LOの頬側への溢出率がFBOに比較して大きな値を示したのは、下顎の実験用義歯に付与した頬側咬合面間隙からの溢出効果といえる。その反面、このことはFBOでは咬合面間での食片の把持効果が高いことを示している。

大栗ら⁴³⁾は、頬側咬合面間隙量と負担圧分布との関係をシミュレータで検討し、食品の性状に関わらず、頬側咬合面間隙量が増加するにしたがい食品粉碎に要する垂直力および義歯床下粘膜の負担圧が減少することを報告している。したがって、LOで頬側への溢出率が高い値を示したことは、食品を把持して粉碎する効果は減じるが、咀嚼圧や顎堤の保護という観点からみると有利であるといえる。

一方で、舌側への溢出率は食塊を形成する能力にとって重要な意味をなす。木戸⁸⁾は頬粘膜と舌の働きにより大きな粒子を選択的に咬合面に移送し、余剰の粒子が頬側と舌側に流れ、咀嚼が進行するにしたがい舌側に移送されると考察している。このことを今回の頬側への溢出率にあてはめて推測すると、頬側に溢出した粉碎粒子は大きいものから咬合面に運ばれ、咀嚼が進行するにしたがい舌側に移送されることになる。このことはFBOとLOの両者に起きることであるが、LOよりも頬側に貯留する粒子の少ないFBOでは、頬側に貯留する割合がさらに減少するものと考えられる。その結果、舌側に貯留する割合が増加し、食塊形成能の向上がはかれることになると推測される。

以上のことより、LOは食品の粉碎力や顎堤の

負担圧を軽減することが可能であるとしても、咀嚼と食塊形成にとってはFBOが有利であることが推測された。

結 論

健全歯列者において、咀嚼に伴う粉碎粒子の舌側貯留率とその粉碎度を調べ、次に、全部床義歯の人工歯咬合面形態の違いが食片の流路と食片の頬側および舌側への溢出率に及ぼす影響について検討し、次の結論を得た。

1. 健全歯列者における舌側貯留率は78.8%であった。
2. 舌側から回収された粒子は頬側に比較して粉碎度が高かった。
3. 咬合面形態がFBOの場合の舌側への溢出率はLOに比較して高く、食塊形成にはFBOの咬合様式の方が有利であることが推測された。

謝 辞

稿を終えるに際し、終始御懇篤なるご指導をいただきました奥羽大学歯学研究科口腔機能学領域口腔機能回復学講座清野和夫教授に深甚なる感謝の意を表します。また、本研究の遂行に当たり御協力いただきました歯科補綴学講座教室員各員と被験者の皆様にも深く感謝申し上げます。

本論文の一部は、平成21年度日本補綴歯科学会（平成21年10月 盛岡市）および平成23年度日本補綴歯科学会（平成23年9月 新潟市）において、要旨は第52回奥羽歯科学会（平成23年11月 郡山市）において発表した。

文 献

- 1) 山田好秋：摂食・嚥下のメカニズム；31-70 医歯薬出版 東京 2004.
- 2) Jiffry, M. T. M. : Analysis of particles produced at the end of mastication in subject with normal dentition. *J. Oral Rehabil.* **8** ; 113-119 1981.
- 3) Jiffry, M.T.M. : Variations in the particles produced at the end of mastication in subject with different types dentition. *J. Oral Rehabil.* **10** ; 357-362 1983.
- 4) Lucas, P. W. and Luke, D. A. : Is food particle size a criterion for the initiation of swallowing? *J. Oral Rehabil.* **13** ; 127-136 1986.
- 5) 山中喜男：食片遁出路と咀嚼圧との関係. *歯科学報* **71** ; 966-994 1971.
- 6) Glickman, I. : *Clinical Periodontology* ; 750-819 W B Saunders Philadelphia 1965.
- 7) 塩屋雅晴：歯冠頬舌面形態に関する研究—特に食片流路に及ぼす影響について—. *補綴誌* **22** ; 599-630 1978.
- 8) 木戸寿明：咀嚼時の食物動態に関する研究. *補綴誌* **40** ; 524-534 1996.
- 9) 丸山 満, 河野正司, 澤田宏二, 本間 済, 根岸政明：上顎臼歯頰側の咬合面形態の変化が食物動態と食物粉碎能力に与える影響. *補綴誌* **51** ; 563-571 2007.
- 10) 渡部厚史：側方滑走運動による上下顎大臼歯間の接触間隙の変化. *補綴誌* **39** ; 517-529 1995.
- 11) 小出 馨：総義歯の咬合接触様式に関する研究. *歯学* **72** ; 231-265 1988.
- 12) 佐藤利英, 旗手 敏：人工歯の咬合面形態の相違が食品破砕効果に及ぼす影響—リンガライズド・オクルージョン用ブレードティースの効果— . *補綴誌* **39** ; 84-96 1995.
- 13) 樋口昌男, 旗手 敏：有床義歯に付与する咬合接触様式の相違が食品破砕効果に及ぼす影響—リンガライズド・オクルージョンとフルバランスド・オクルージョンの比較. *歯学* **83** ; 225-247 1995.
- 14) 五味淵泰造, 小出 馨, 旗手 敏：リンガライズド・オクルージョンとフルバランスド・オクルージョンの咀嚼機能について. *補綴誌* **44** ; 339-347 2000.
- 15) 田村隆英, 佐藤利英, 小出 馨：リンガライズド・オクルージョンにおける滑走間隙量の変化が食品破砕に及ぼす影響. *補綴誌* **47** ; 67-79 2001.
- 16) 鶴巻富貴子, 小出 馨, 佐藤利英：リンガライズド・オクルージョンとフルバランスド・オクルージョンの食品破砕力積値. *補綴誌* **45** ; 80-92 2001.
- 17) 菅原佳広, 小出 馨, 佐藤利英：リンガライズド・オクルージョンにおける滑走間隙量が咀嚼機能に及ぼす影響. *補綴誌* **46** ; 357-366 2002.
- 18) Yurkstas, A : Compensation for inadequate mastication. *Brit. Dent. J.* **91** ; 261-262 1951.
- 19) Yurkstas, A. A. : The masticatory act a review. *J. Prosthet. Dent.* **15** ; 248-260 1965.
- 20) Jankelson, B. : The physiology of the stomatognathic system. *JADA* **29** ; 375-386 1953.
- 21) 覚道幸男：唾液の生理学的研究 第1編 唾液の分泌と咀嚼運動との関係について. *大阪大学医学雑誌* **8** ; 49-55 1956.
- 22) 藤井啓史：食物の粉碎能に及ぼす舌の咀嚼運動の影響について. *歯科基礎医学会誌* **13** ; 485-498 1971.
- 23) 遠藤義弘：臼歯部における咀嚼時の下顎運動と咀嚼力の発現様相との関係についての実験的研究. *歯科学報* **71** ; 1671-1711 1971.
- 24) 渡辺正美：口腔感覚に関する歯科学的研究 IV.

- 口腔軟組織の物質弁別能について. 大阪大学歯学雑誌 **7**; 109-114 1962.
- 25) 桑田晋作：口腔粘膜, 特に総義歯床下粘膜の痛覚閾に関する研究. 補綴誌 **18**; 1-11 1974.
- 26) 茂呂尚紀：全部床義歯装着者の顎堤粘膜圧閾値が咀嚼能力に及ぼす影響. 奥羽大歯学誌 **36**; 5-14 2009.
- 27) 榎村光仁：食物の粉碎能に及ぼす粘膜・舌粘膜および口蓋粘膜の感覚の影響について. 歯科医学 **45**; 573-586 1982.
- 28) 阿部勝也：顎関節よりの求心性神経情報に関する研究 歯基礎誌 **16**; 117-128 1974.
- 29) Manly, R. S. and Braley, L. C. : Masticatory performance and efficiency. *J. Dent. Res.* **29**; 448-462 1950.
- 30) Yurkstas, A. and Manly, R. S. : Value of different test foods in estimating masticatory ability. *J. appl. Physiol.* **3**; 45-53 1950.
- 31) Kapur, K., Soman, S. and Yurkstas A. A. : Test foods for measuring masticatory performance of denture wearers. *J. Prosthet. Dent.* **14**; 483-491 1964.
- 32) 石原寿郎：篩分法による咀嚼能率の研究. 口病誌 **22**; 207-255 1955.
- 33) 小沢 至：ポリエチレンフィルムによる咀嚼切断能力の研究. 口病誌 **26**; 274-292 1959.
- 34) 羽田 勝, 田部孝治, 柄 博治, 山内和夫, 宗岡洋二郎, 菅野義信：チューインガムによる咀嚼能力の測定－測定用試料としてのチューインガムの基本性質－. 広大歯誌 **9**; 232-235 1977.
- 35) 今村太郎：比色法を用いた咀嚼能率の簡易測定法の開発. 補綴誌 **23**; 603-612 1979.
- 36) 増田元三郎, 藤山 正, 日高睦代, 鈴木重夫, 増田正樹, 大谷隆俊：ATP 顆粒剤を用いた吸光度法による上顎義歯患者の咀嚼能測定について. 顎顔面補綴 **4**; 86-89 1981.
- 37) 田中 彰, 志賀 博, 小林義典：グミゼリー咀嚼時のグルコースの溶出量の分析による運動機能および咀嚼筋筋活動の定量的評価. 補綴誌 **38**; 1281-1294 1994.
- 38) Pound, E. : Utilizing speech to simplify a personalized denture service. *J. Prosthet. Dent.* **24**; 586-600 1970.
- 39) Pound, E. and Murrell, G. A. : An introduction to denture simplification. Phase I. *J. Prosthet. Dent.* **26**; 570-580 1971.
- 40) Pound, E. and Murrell, G. A. : An introduction to denture simplification. Phase II. *J. Prosthet. Dent.* **29**; 598-607 1971.
- 41) 松本直之, 永尾 寛, 河野文昭：全部床義歯床下の負担圧分布に関する基礎的研究 第4報 咬合様式の差が義歯床下組織の負担圧分布に及ぼす影響. 補綴誌 **41**; 44-51 1997.
- 42) 松本直之, 河野文昭, 永尾 寛, 多田 望：臼歯部人工歯の選択について－シミュレーションモデルによる検討－. 補綴誌 **41**; 335-346 1997.
- 43) 大栗孝文, 河野文昭, 市川哲雄, 松本直之：頬側咬頭間隙量が負担圧分布に及ぼす影響－シミュレータによる検討－. 補綴誌 **44**; 394-403 2000.

著者への連絡先：玉井一樹, (〒963-8611) 郡山市富田町字三角堂31-1 奥羽大学歯学部歯科補綴学講座
 Reprint requests : Kazuki TAMAI, Department of Prosthetic Dentistry, Ohu University School of Dentistry 31-1 Misumido, Tomita, Koriyama 963-8611, Japan