

## 歯の咬合面形態とその役割

河野 正 司

明倫短期大学 歯科技工士学科

### Occlusal Form and Masticatory Function of Molars

Shoji Kohno

Department of Dental Technology, Meirin College

#### I. はじめに

口腔内をみると、図1-Aの弧状に並んだ上顎の歯列に下顎の歯が噛み込み咀嚼が行われるが、上下の歯が噛み合った咬頭嵌合位を頬側面からみると図1-Bのように、上顎の頬側面先端が下顎の頬側面を被蓋するようになっている。また、上下の歯が噛み合う咬合面を第一大臼歯で観察すると、咬頭と呼ぶ凸部と、窩と呼ぶ凹部ある(図1-C)。

口のなかに取り込まれた食物は、上下の歯の間で細かく粉碎され、唾液と混和されて嚥下することで、体内での消化が開始される。

この咀嚼と呼ばれる一連の行為は、私たちが特に意識しなくても、自動的に食物粉碎はされて、細かくなった食物は口の外にこぼれることなく舌上に集まり、まだ大きな食物は歯の上に残り、さらなる咀

嚼粉碎を待っている。

上下顎の歯の咬合面の間でこのような食物の粉碎が行われており、咬合面の形態が咀嚼機能と大きな関連を持っていることが明らかとなってきた<sup>1)</sup>。

#### II. 粉碎された食物は口外にこぼれることなく口腔内に移送される

##### 1. 咀嚼の様子

食物を口腔内に摂取してから嚥下までの様相を観察すると、一側で数回噛むと咀嚼側を変えて反対側の歯列で噛み、また咀嚼側を乗り換えながら咀嚼が進行していくのが普通である。しかし、片側の歯列が崩壊していたりすると、一側のみで咀嚼を行い、嚥下に至ることになる。

このように、咀嚼行動には嚥下に至るまで、左右いずれかの歯列のみで咀嚼するいわゆる片側咀嚼と、両側歯列を使って自由に左右に乗り換えて咀嚼する自由咀嚼が存在するが、本学の本間先生ら<sup>2)</sup>の研究によって、自由咀嚼よりも片側咀嚼において嚥下までに多くの咀嚼回数を要することが明らかとなった。

片側咀嚼では、嚥下までの咀嚼回数が有意に増加し、嚥下可能な食塊形成が容易でないのである。この詳細については本間先生ら<sup>2)</sup>の研究に譲りたい。

ピーナッツ咀嚼時の下顎の動きを詳細に見ると(図2-A)、上下の歯が噛み合った咬頭嵌合位から開口し、咀嚼側に膨らんで閉口し、上下の咬合面が

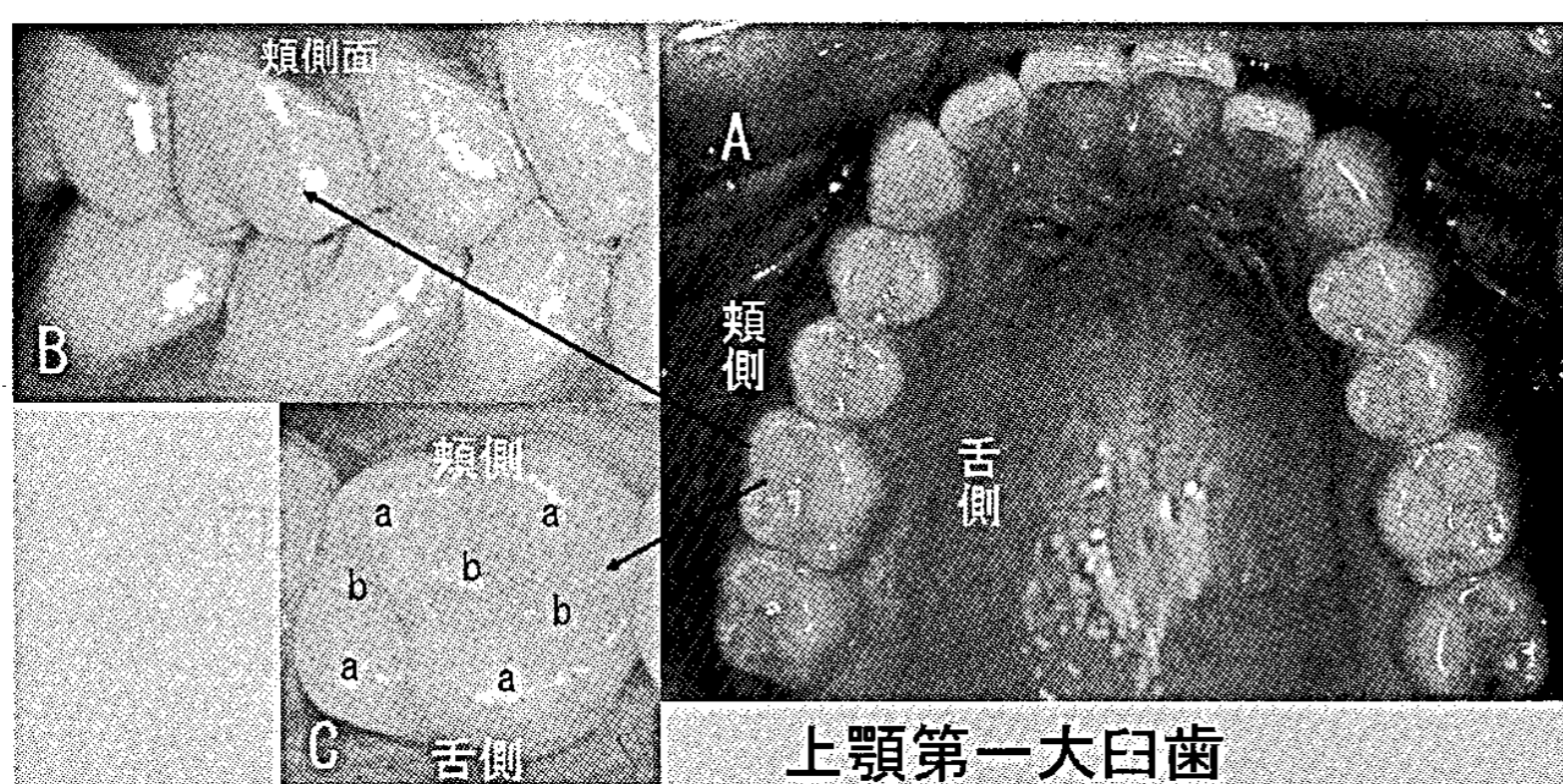


図1 歯の形態

歯列(A)内で咀嚼の主役を務める臼歯部(B)は、頬側面先端が下顎の頬側面を被蓋するように噛み合い、その代表の上顎第一大臼歯咬合面(C)のように咬頭と呼ぶ凸部(a)と、窩と呼ぶ凹部(b)が存在している。

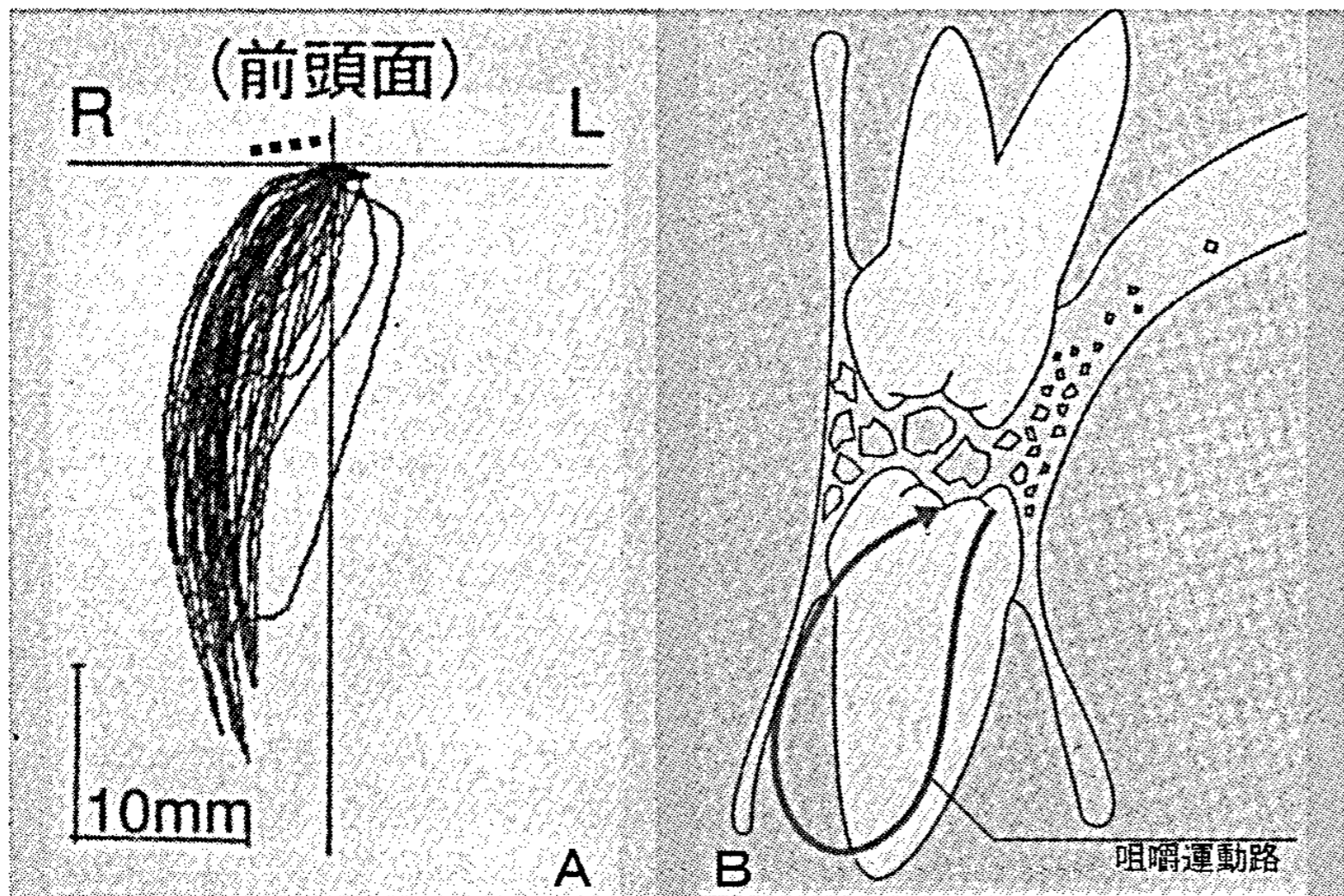


図2 A: 右側歯列でピーナツ咀嚼時の下顎切歯点の動きを顔面正面(前頭面)から観察。咬頭嵌合位への直前で上下の咬合面が近接する点線で示す範囲の滑走運動により食物が粉碎される。B: 咀嚼時に大白歯部で行われている様相を、咀嚼運動経路と共に表示した。

近接した滑走運動を経て咬頭嵌合位に戻る。この頬側から舌側方向への滑走運動中に食物の粉碎が行われている(図2-B)。

この咀嚼の過程において、歯列の頬側と舌側に貯留しているピーナツ粒子を回収すると(図3)、5回、10回、20回と咀嚼回数が進行するに従って細かく粉碎された粒子が舌側に増えてくる。一方頬側に残っている粒子は、大きなものが大部分であることがわかる。

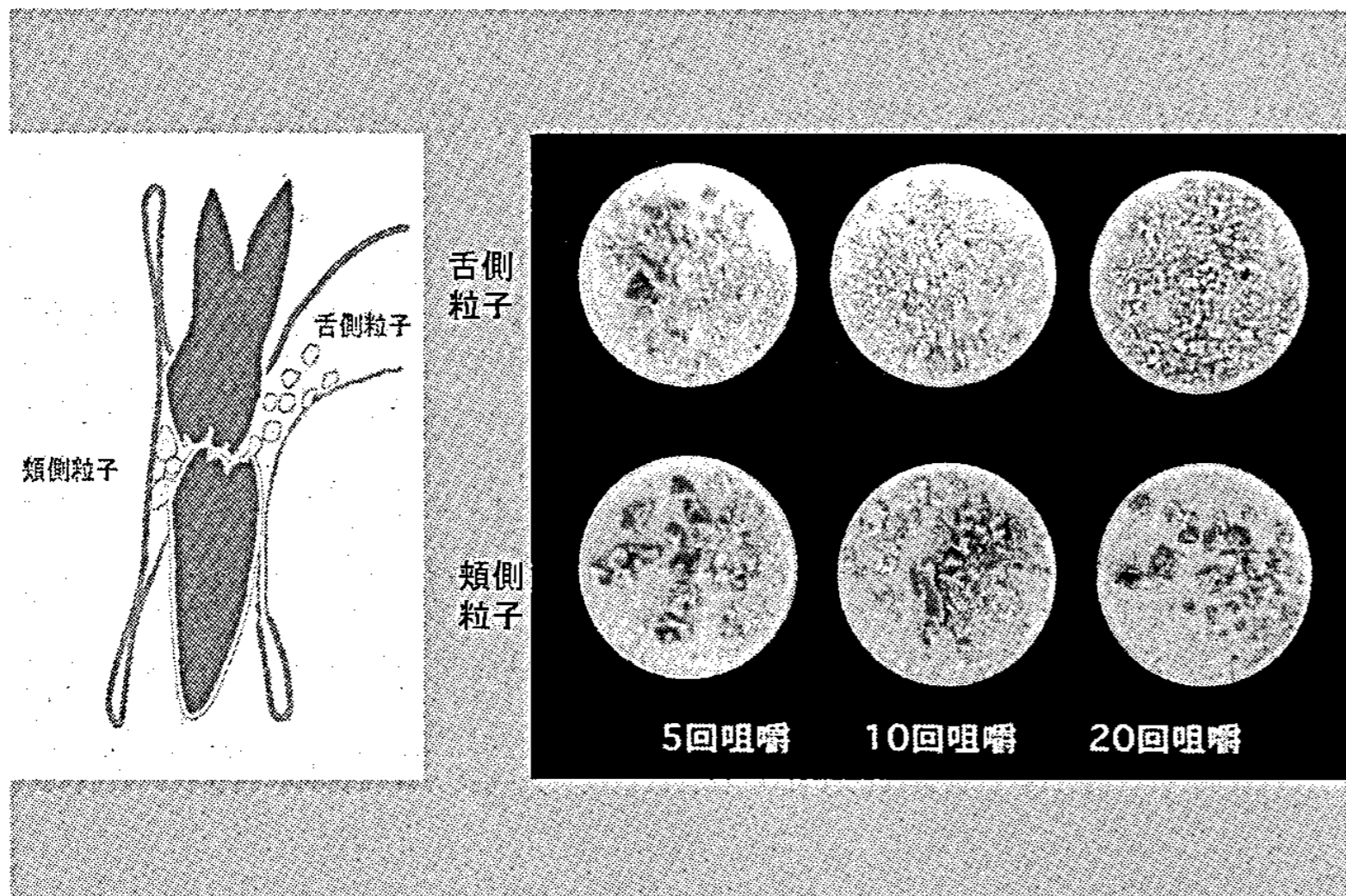


図3 口腔内の頬側と舌側から採取されたピーナツの粉碎粒子。咀嚼の進行に伴い頬側に貯留する粒子は減少し、舌側に細かい粒子が増えている。

## 2. 新たな咀嚼機能の評価

咀嚼の機能評価には、食物の粉碎能力に加えて、粉碎食物の口腔内における移送様相を、次の様な咀嚼評価法で評価することも必要となってくる<sup>3)</sup>。

### 1) 咀嚼能力の評価法

ピーナツ 3 g を 5 回、10 回、20 回咀嚼後に、歯列の頬側に貯留しているピーナツ粒子と舌側に貯留したものを別々に採取し、舌側にあった粒子重量の相対値を舌側貯留率とする。さらに各々のピーナツを 10 mesh 篩(直径 1.65 mm 目の篩・ふるい)にて篩分し、篩上を通過した粒子を回収し、その相対重量を粉碎度として求め、粉碎能力を評価する。

この 2 つの指標によれば、咀嚼の進行によるピーナツ粒子の流れと、その粒子の粉碎度を把握することが可能となり、嚥下にいたる咀嚼の進行を食物の流れと共に知ることが出来る。

### 2) 健常人の咀嚼と食物の流れ

健常青年 20 例を対象として、この測定法による咀嚼能力検査の結果(図 4)は、上述した図 2 を客観的な数字として示している。この健常青年の咀嚼過程における食物動態の様相は、図 5 の模式図として表すことが出来る。

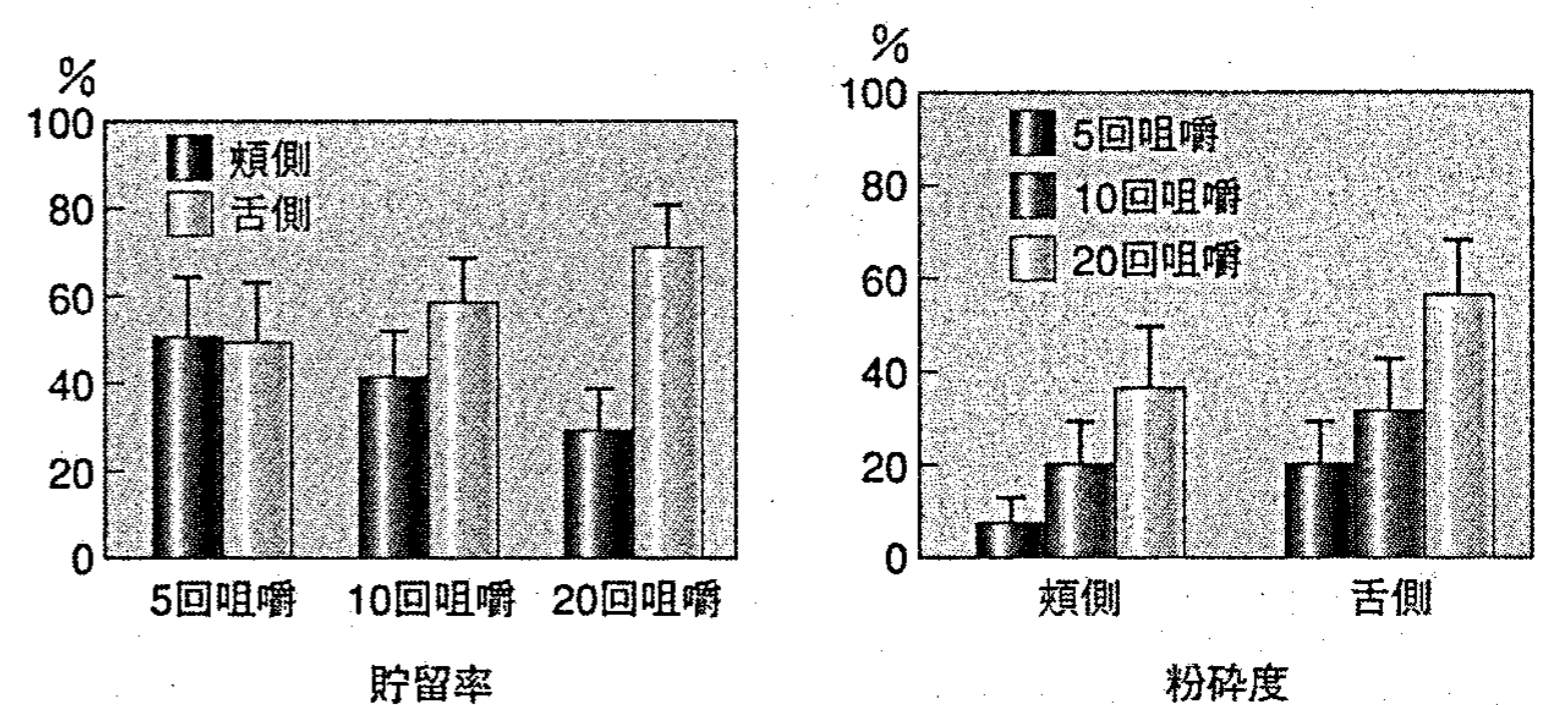


図4 健常青年における食物動態。咀嚼の進行に伴い頬側貯留率は順次減少し、逆に舌側は増加する。粉碎の程度はいずれの咀嚼回数においても頬側よりも舌側の方が高い。

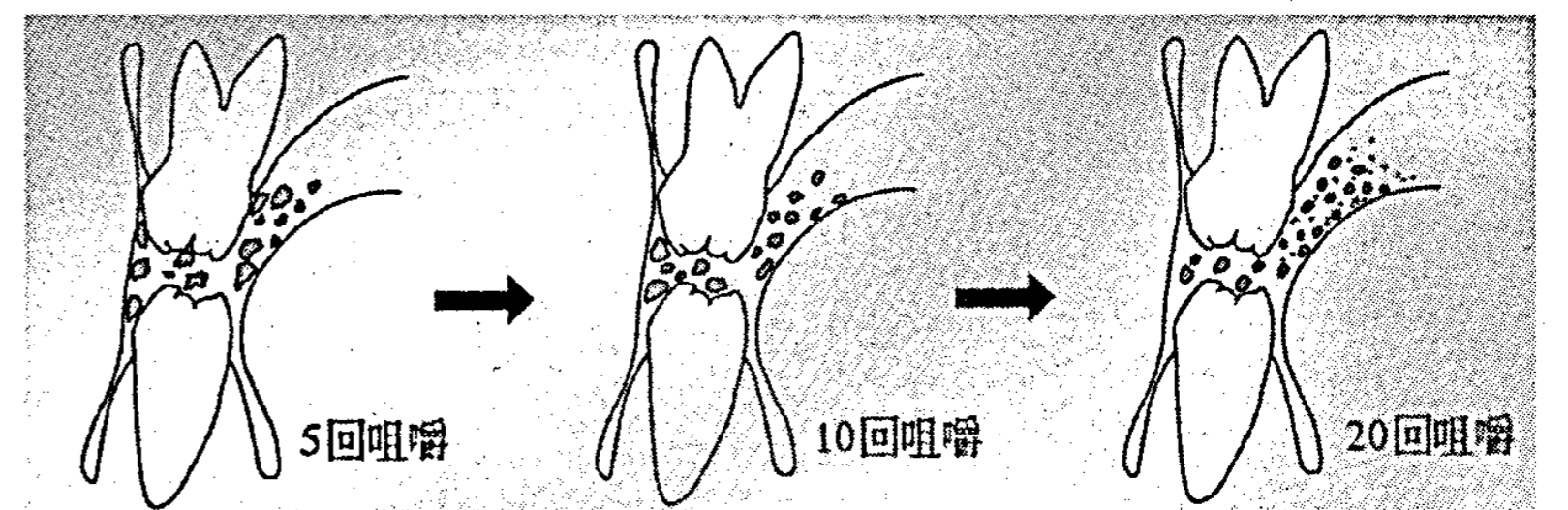


図5 健常青年における食物動態の模式図。図4の結果を模式図として表した。

## III. 咬合面形態が咀嚼に役立っている

上述のごとく健常歯列によると、咀嚼の進行に伴い食物は粉碎され、細かい粒子は自然に舌上に移送されてくる。この過程には、上下顎の咬合面間の間隙の変化が非常に上手く働いていることが、次の研究から明らかになってきた。

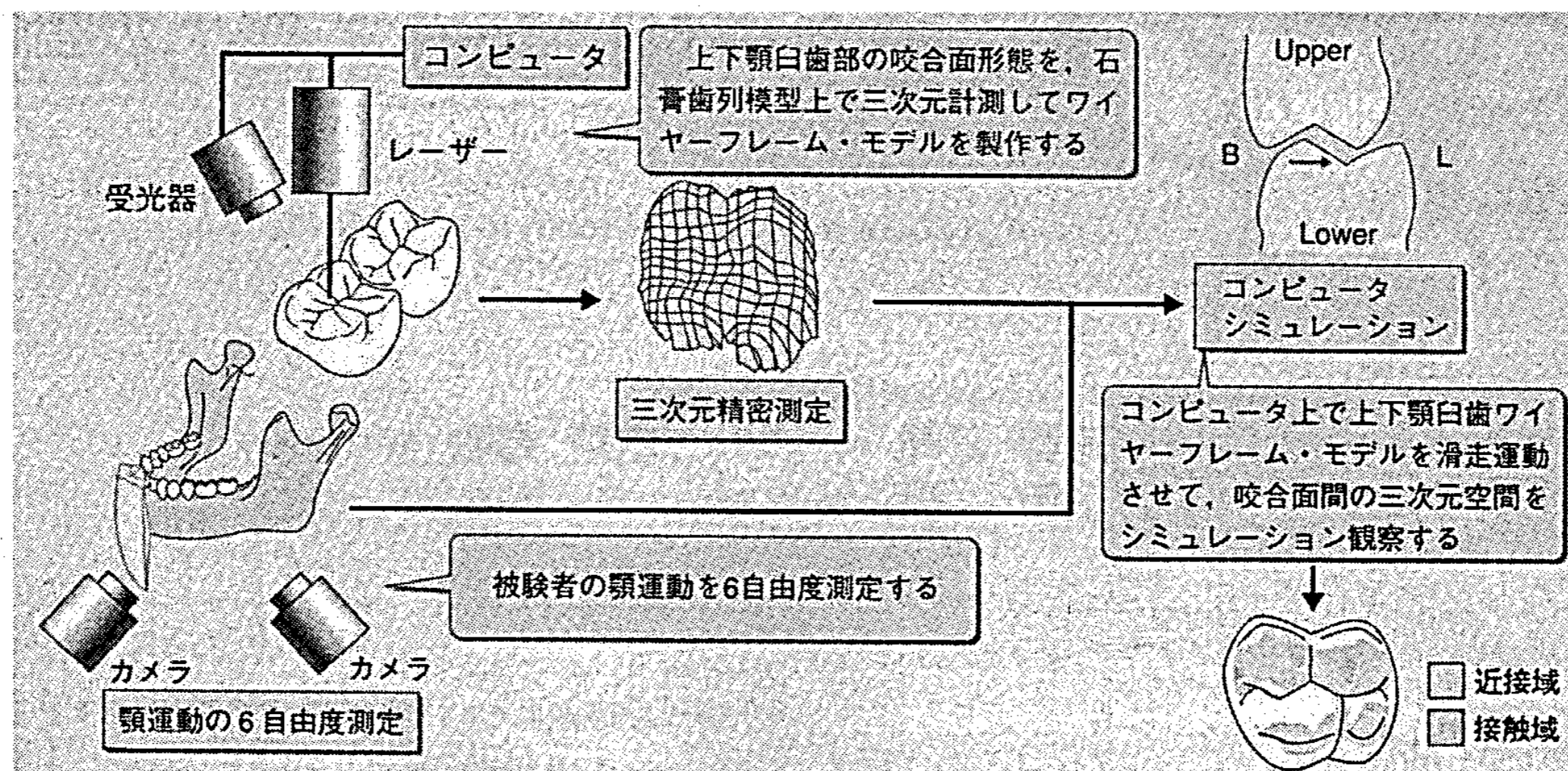


図6 上下顎咬合面間隙シミュレーションの計測ダイヤグラム

下顎臼歯部の咬合面形態をレーザービームの3次元計測でワイヤーフレーム・モデルを製作する。またその被検者の6自由度顎運動データにより、コンピュータ上でワイヤーフレーム・モデルを滑走運動させて、咬合面間の3次元空間をシミュレーション観察する。

その研究<sup>4)</sup>では、アングルI級の咬合関係にある健全な上下顎歯列にある第一大臼歯を対象として、咬頭嵌合位からの側方滑走運動時の咬合面間の間隙の変化を、コンピュータ上でバーチャル再現し観察する下記の方法を使っている。

1. 咀嚼時の咬合面間隙を測定する

上下顎臼歯部から製作した石膏歯列模型の咬合面形態を、レーザービームで3次元測定し、コンピュータ上にワイヤーフレーム・モデルを製作する。さらに、同一被験者の顎運動を6自由度測定し、得られた顎運動データを使って、コンピュータ上でワイヤーフレーム・モデルの滑走運動を再現させて、咬頭嵌合位付近の臼磨運動時に上下顎の咬合面間で生じている空間の変化を、3次元シミュレーションにより観察した(図6)。

この方法により求まる上顎第一大臼歯と下顎臼歯との咬合面間の間隙について、上顎第一大臼歯の咬合面上に表示して観察してみよう。

2. 咬合面間に「圧搾空間」が存在する

上顎第一大臼歯の咬合面と対合歯との間隙量を図7に示している。

1) 咬頭嵌合位における咬合面間隙量

上下顎の歯が噛み合う咬頭嵌合位においては(図7②)、咬合面間隙が300μm以下を示す黒から灰色が大きな範囲を示している。対合歯との間隙がやや大きい明るい色の領域は、咬合面の近心窩周囲の小範囲に限られ、咬合面のほとんどの領域が対合歯と接触あるいは近接していることがわかる。

2) 側方滑走運動時の咬合面間隙量

咬頭嵌合位から側方滑走運動して、下顎が切歯点部で1mm頬側へ側方移動すると、上顎第一大臼歯の咬合面間隙量は大きく変化して、図7②に示すように、舌側咬頭内斜面では対合歯と近接する領域は急激に減少し、間隙の大きな明るい色で示される部分がみられるようになる。しかし、頬側咬頭内斜面と遠心の斜走隆線部では、対合歯との近接する領域

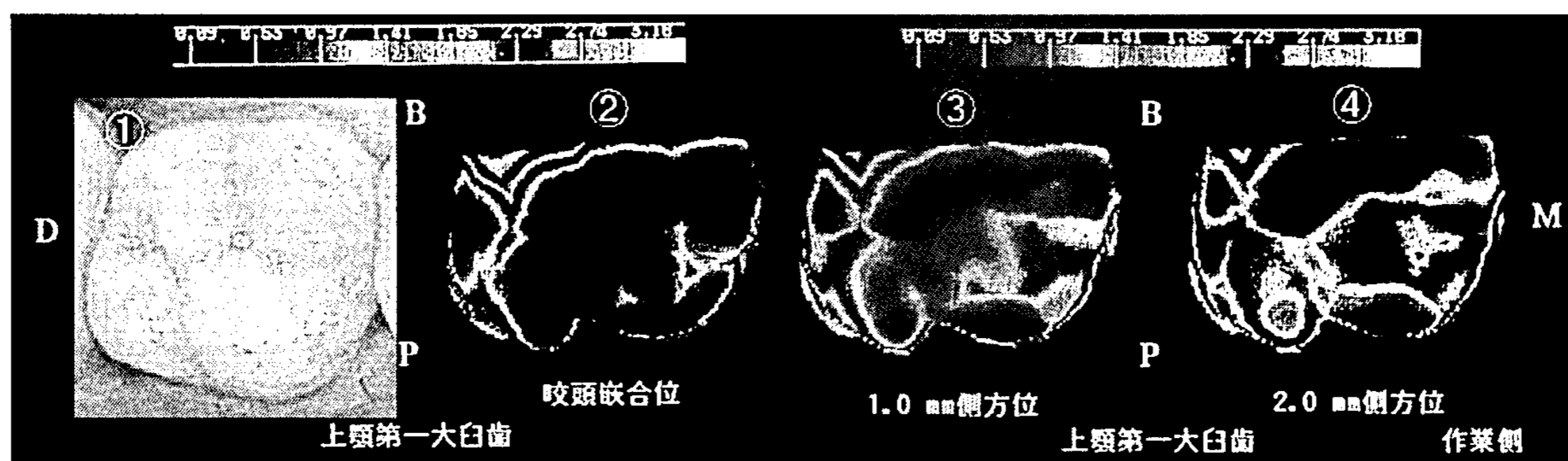


図7 側方滑走運動時の咬合面間隙量の変化を上顎第一大臼歯の咬合面(図中①)上に表示する

②咬頭嵌合位から③1mm、④2mm側方滑走すると、近心口蓋側部に明るい色で示すように上下の咬合面間に、近心口蓋側方向に「コの字形」に開放された領域が形成されてくる。

D:遠心側 M:近心側 B:頬側 P:口蓋(舌)側

が存在し、この部分では対合歯との近接関係が保たれている。

さらに下顎が2mm頬側へ側方滑走すると、対合歯との間隙はますます広がるが、咬合面上の頬側咬頭内斜面と舌側咬頭内斜面遠心側には対合歯と近接する領域が存在しており、この近接領域に囲まれて、近心舌（口蓋）側方向に開放した「コの字形」の空間が、対合歯との咬合面間に存在していることがわかる（図7④）。

### 3. 咀嚼運動に当てはめてみよう

咀嚼運動終末期の運動経路は、図2-Aの点線範囲のように咬頭嵌合位の2～3mm頬側から、側方滑走運動にほぼ一致した経路をたどって、咬頭嵌合位に至る。そこで、上述した側方滑走運動時の咬合面間隙のシュミレーション結果を、咀嚼運動にあてはめてみよう。

#### 1) 圧搾空間で食物は粉碎されていた

咀嚼運動終末期の咬頭嵌合位直前の2mm側方位においては、上顎第一大臼歯の咬合面に、周囲を対合歯とごく近接した領域に囲まれ、唯一近心舌側方向に開放された「コの字形」の空間ができていく（図7③④）。この状態から、咀嚼が進み下顎が咬頭嵌合位に向かって噛み込んでいくと、上下の咬合面が近接する領域は図7-②のように、咬合面全体に急速に広がっていき、「コの字形」の空間はつぶされていく。

この様相を頬側と舌側を結ぶ頬舌断面から観察すると、2mm側方位では上下顎咬合面の頬側咬頭と舌側咬頭に囲まれた空間が形成されている（図

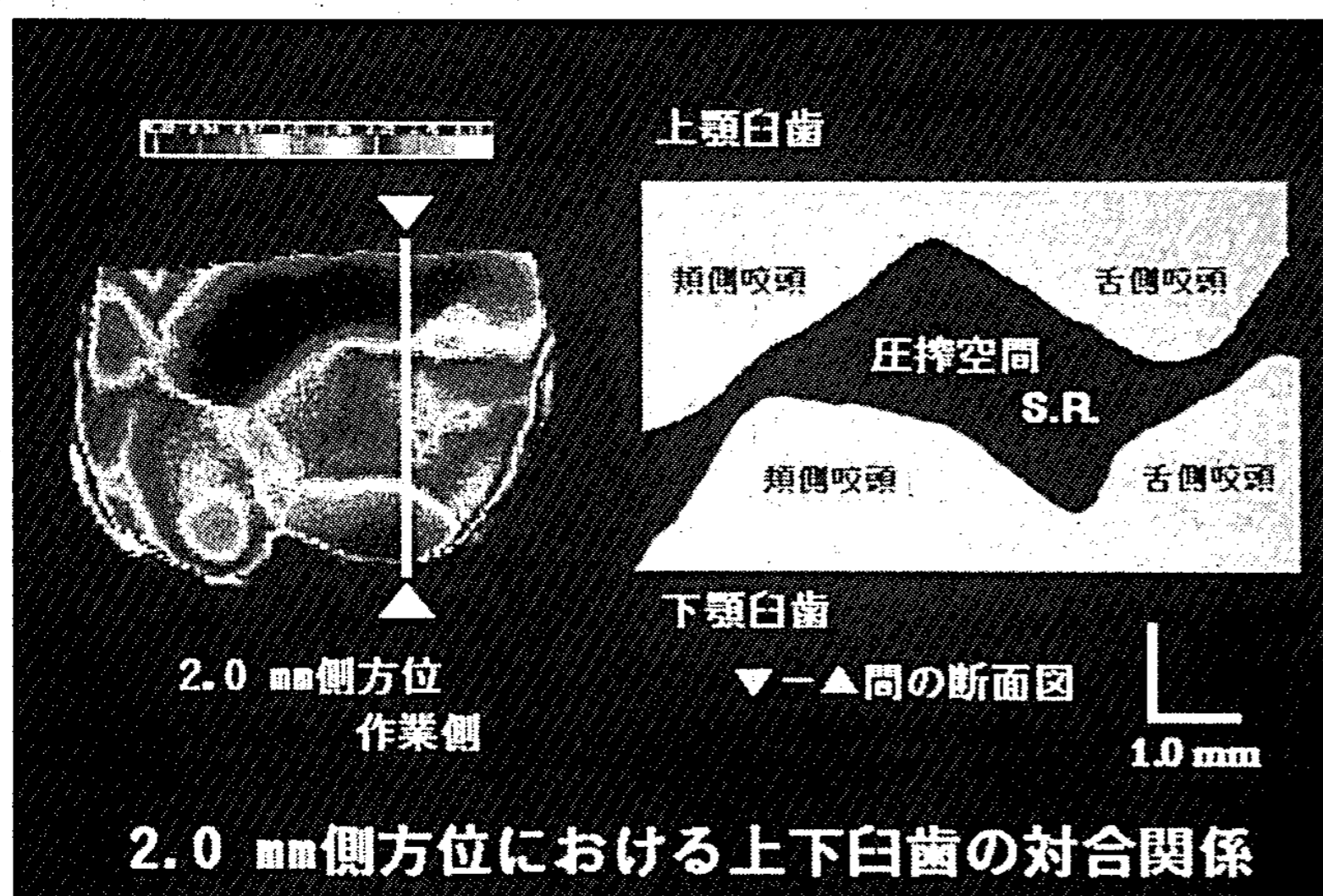


図8 2mm側方位における大白歯の頬舌断面  
咬合面上の白線部で頬舌断面を作る。上下顎の頬舌側咬頭に囲まれた圧搾空間が形成されている。

8)。噛み込む過程でこの空間が小さく変化し、取り込まれた食物は圧搾粉碎されていく（図9左）ので、この空間を圧搾空間（Squeezing Room：SR）」と名づけている<sup>4)</sup>。

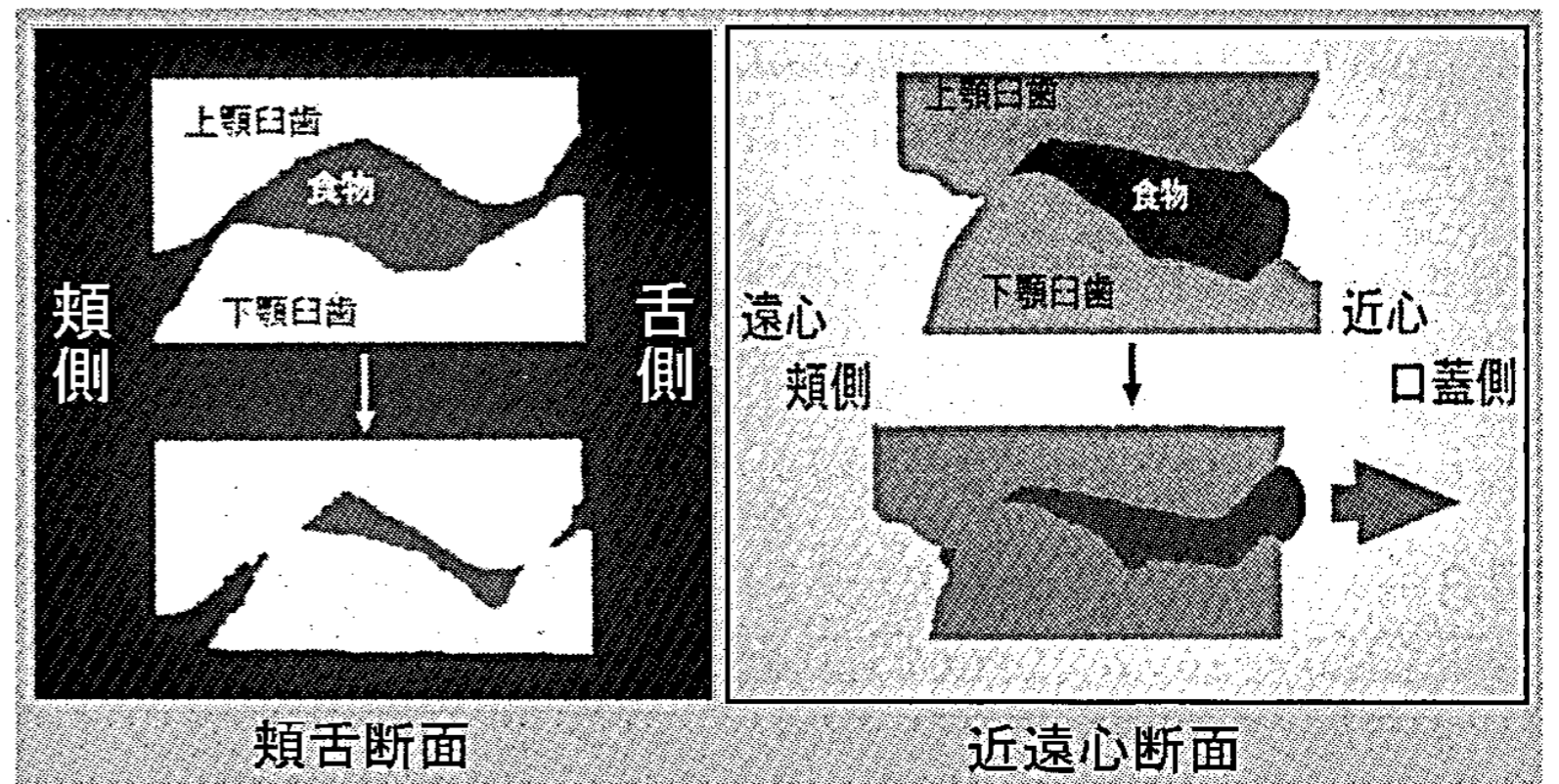


図9 咀嚼時の圧搾空間と食物の関係

左図：頬舌断面をみると、上下顎咬合面間に作られた圧搾空間で食物は粉碎される。右図：近遠心断面でみると、粉碎された食物は圧搾空間が解放されている近心口蓋側方向へと流れ、舌上へ移送される。

#### 2) 圧搾空間には食物移送機能もあった

さて、粉碎された食片はどうなるのであろうか。そこで圧搾空間の近遠心断面をコンピュータ上で作成してみた。その様相は図10のごとく、遠心側は斜走隆線によって封鎖されているが、上顎第一大臼歯の近心辺縁隆線部には対合歯咬合面と近接する部分が存在せず、圧搾空間は近心舌側方向には開放されている。

すなわち、圧搾空間は頬側と舌側、および遠心側が閉鎖されているので、粉碎された食物は、唯一開放されている近心舌側に送り出されて、自動的に歯列舌側方向へと移送されていくわけである（図9右）。

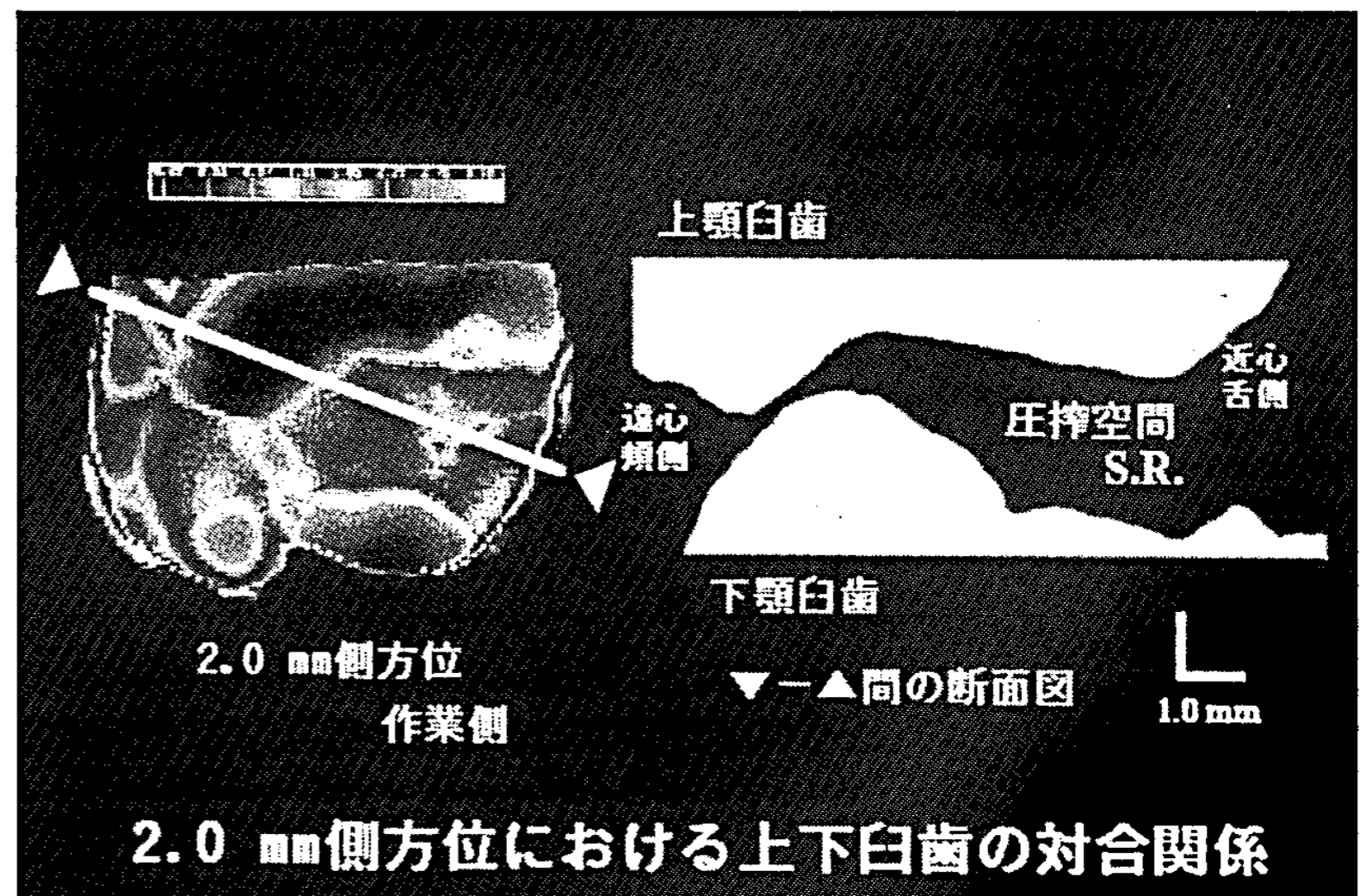


図10 2mm側方位における大白歯の近遠心断面  
咬合面上の白線部で近遠心断面を作る。咬合面の遠心部は対合歯と近接しているが、近心口蓋側方向が開放された形態となっている。

4. 咬合面の形を変えてみると

大臼歯の頬側咬頭が接触しない咬合として、総義歯に適用されているリングライズド・オクルージョンがある。対合歯の咬合面との間に圧搾空間が形成されなくなるこの様な咬合が、どの様な咀嚼能力を持つか興味がある。

上顎臼歯の頬側咬頭内斜面を削除するなど、咬合面形態を変化させると、粉碎粒子の舌側移送能力は大きく変化し、頬側の口腔前庭に食片が貯留してくることなどが本学の丸山先生ら<sup>5)</sup>の研究(図11)で明らかとなってきた。

その結果は図12に示すようになり、頬側咬頭を0.5mm 削除する方式が受け入れられるようであるが、詳細は彼の論文<sup>5)</sup>に譲りたい。

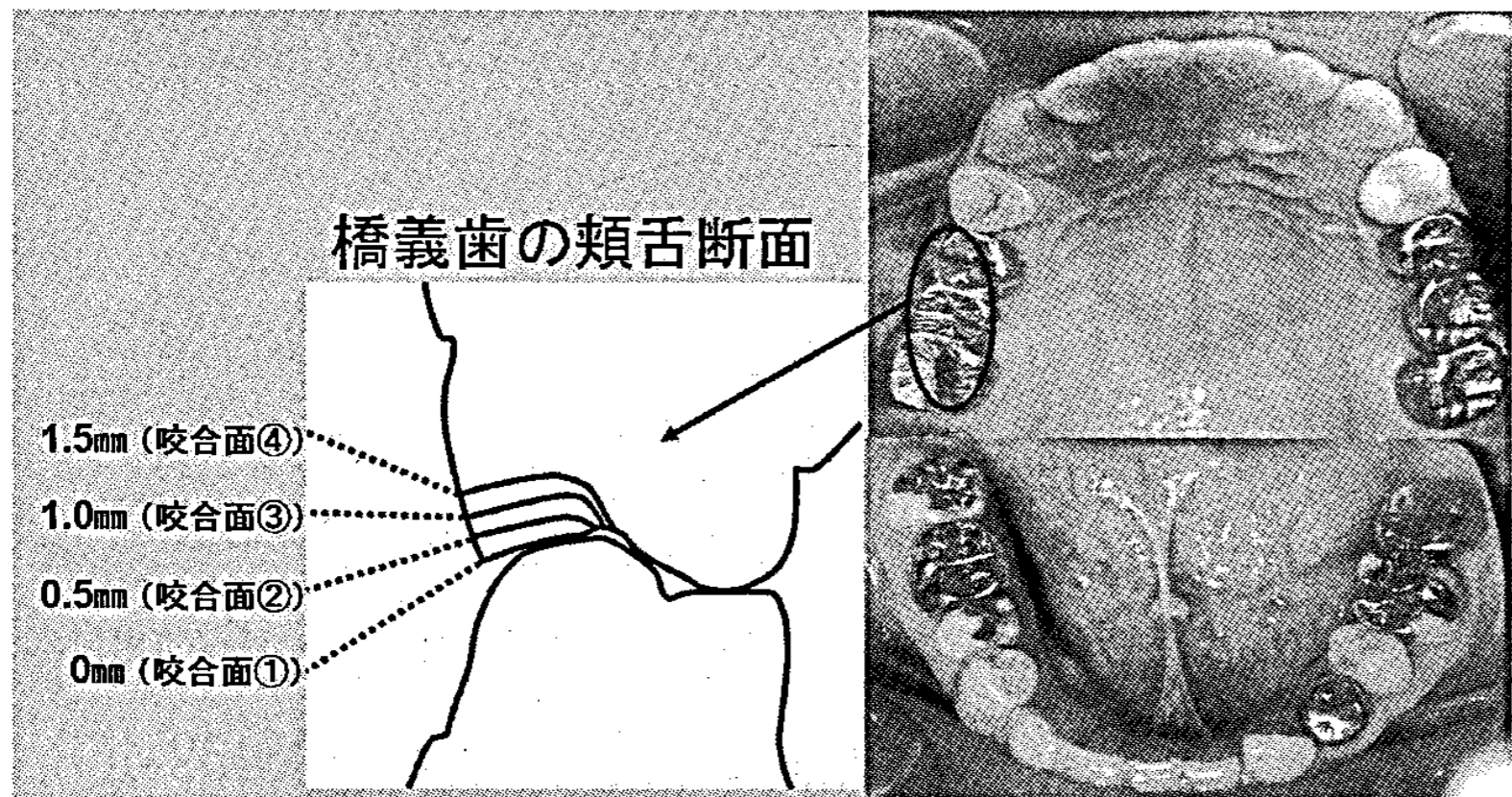


図11 頬側咬頭内斜面を段階的に削除した上顎臼歯部の実験用可撤性橋義歯

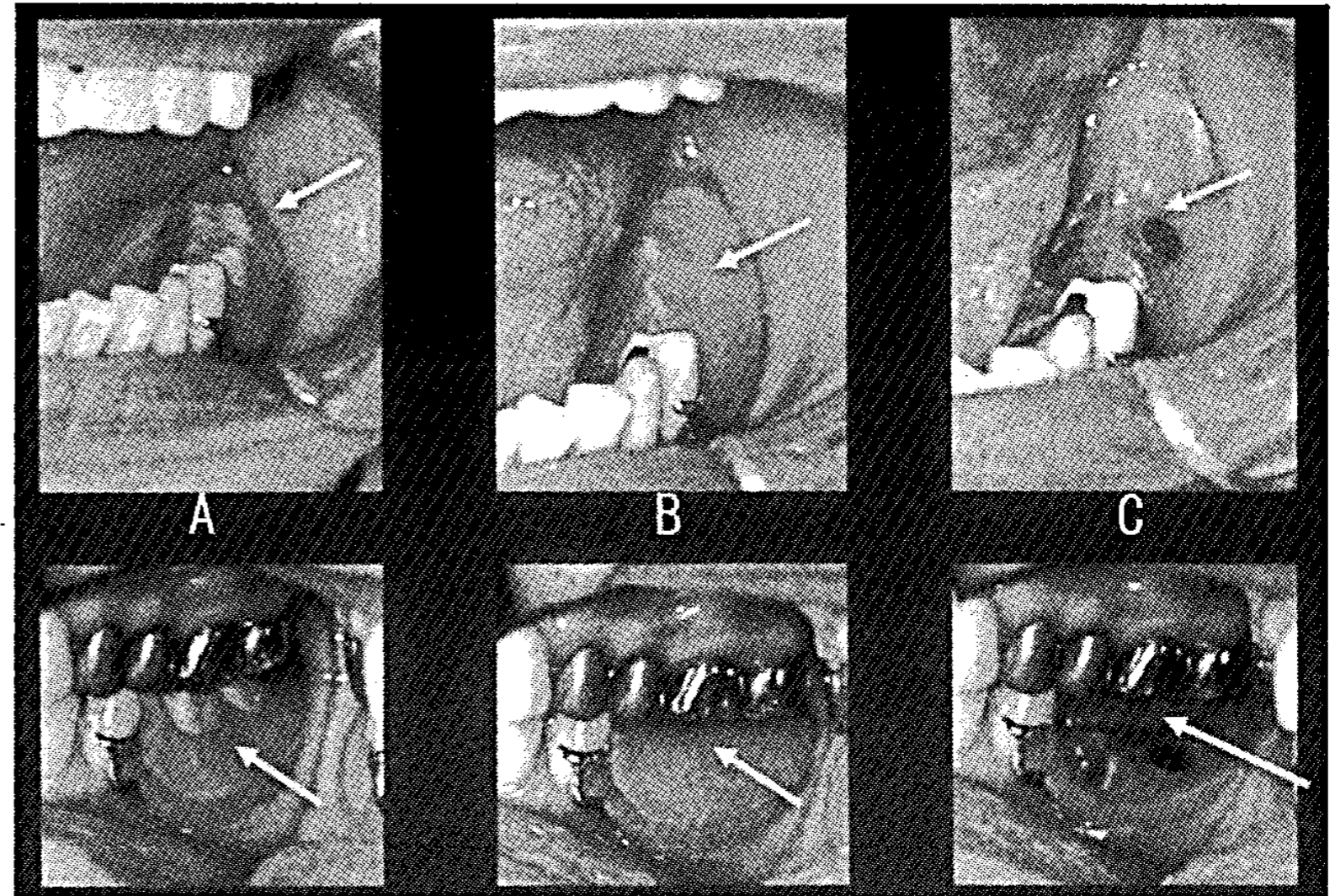


図13 形態を変化させた3種の実験的片側遊離端義歯の装着状態

- (A) 正常な咬合を持つ義歯
- (B) 舌側咬頭をわずかに残した義歯、頬側と舌側の口腔は分離されている。
- (C) 人工歯を削除し床のみの義歯、頬側と舌側の口腔は交通している

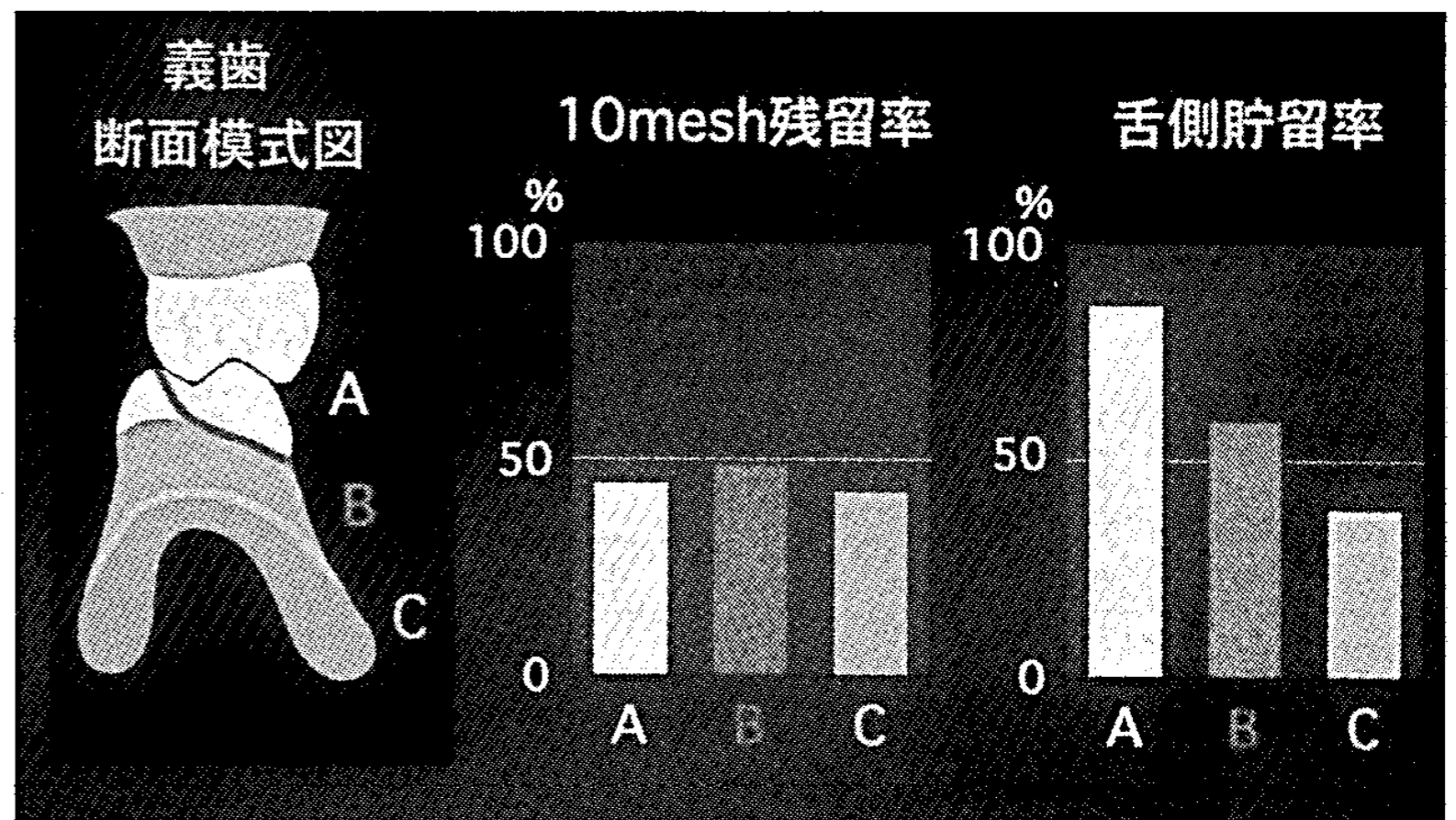


図14 実験義歯の結果  
10mesh残留率(粉碎効率)はA, B, Cどの義歯でも差はないが、舌側貯留率は通常の状態の義歯が一番高い。その結果、片側遊離端義歯は食物の粉碎にはそれほど寄与しなくとも、食塊を舌側へ移送する効果が大きいことがわかる

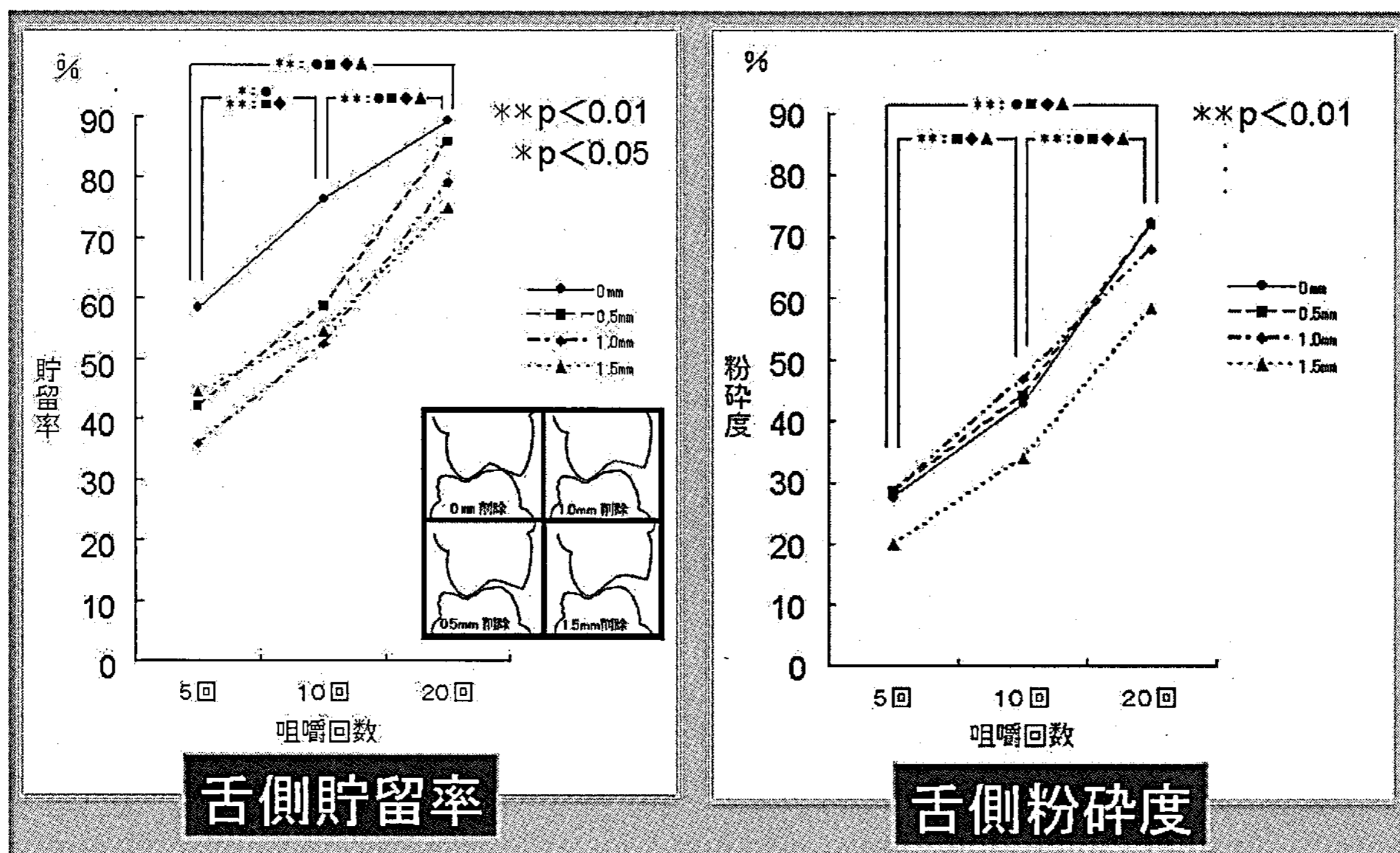


図12 頬側咬頭内斜面削除した橋義歯による舌側貯留率(左図)と舌側粉碎率(右図)  
上顎臼歯の頬側咬頭内斜面の削除量が増加すると、粉碎粒子の舌側への移送能力は大きく低下してくる。

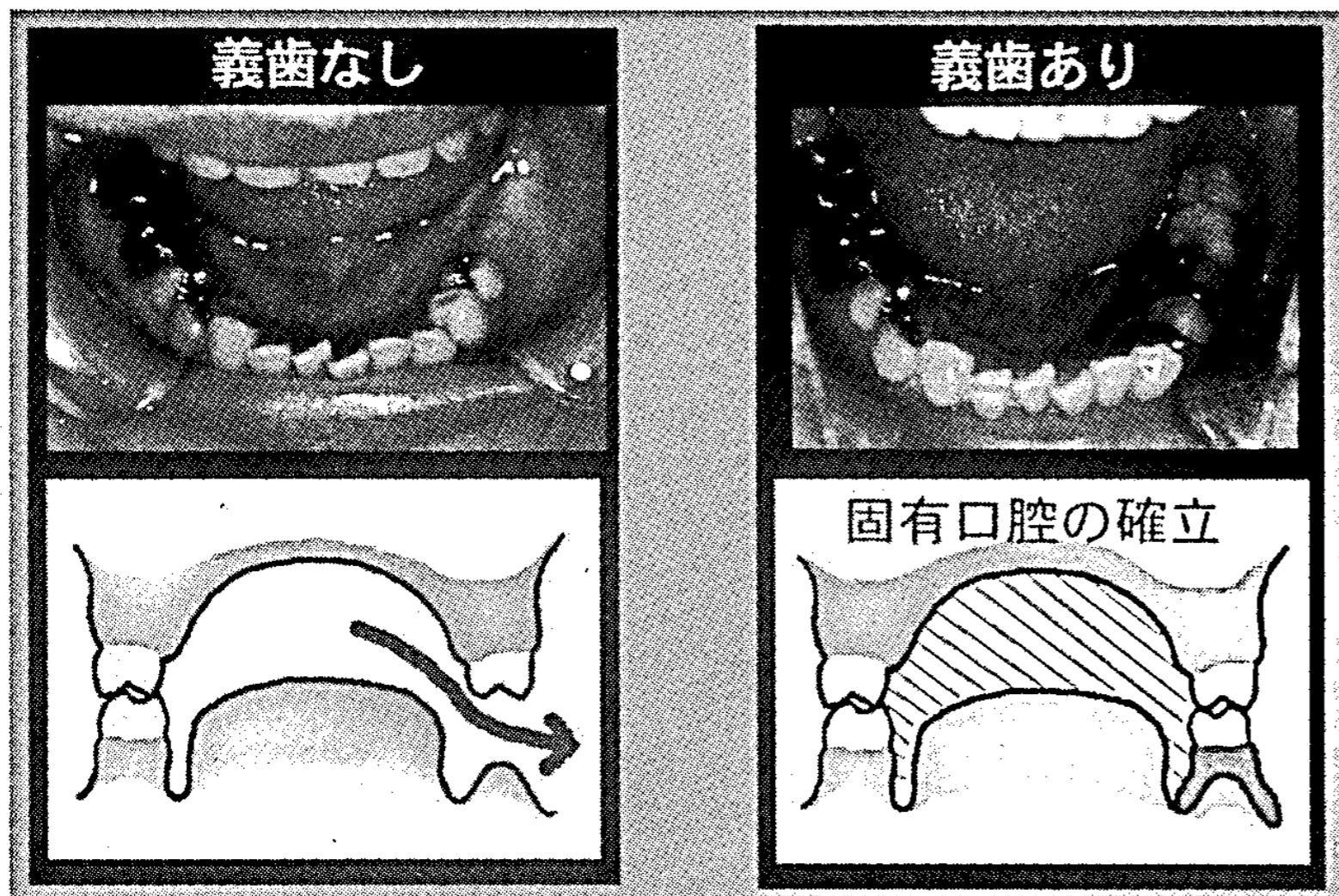


図15 欠損状態と固有口腔状態の違い

片側遊離端義歯がない状態では頬側と舌側の口腔は交通して、粉碎した食片は頬側の口腔前庭部に貯留してしまう(左図)。片側遊離端義歯が装着されると、頬側と舌側の口腔は分離され粉碎粒子は舌上に移送され、嚥下に必要な食塊形成が容易に行える(右図)。

#### IV. 片側遊離端義歯は咀嚼に必要である

片側遊離端義歯は対側の健常歯と比較して噛みにくいことから、装着する効果が小さいともいわれている。しかし、前述した咀嚼試験法を用いてみると、粉碎食物の嚥下機能に対して大きな効果を持っていることが明らかとなってきた<sup>6)</sup>。

すなわち下顎の片側遊離端義歯を使用している被検者に対して、図13のように義歯を装着した正常な状態 (A)、および

(B) 舌側咬頭をわずかに残した義歯の装着

(C) 人工歯を削除し床のみの義歯を装着

の3条件で咀嚼効果を測定した。

その結果図14に示すごとく、10mesh残留率ほどの条件でも大差なく、ピーナッツの粉碎には反対側の健常歯を使用していることが想像され、粉碎効率には3種の口腔内状態に差は見られなかった。

しかし、舌側貯留率は条件 (C) < (B) < (A) の順に高くなり、義歯装着により口腔内が頬・舌側

に分離されるにしたがって、粉碎粒子の舌側貯留率は高くなった。

この結果は、片側遊離端義歯の装着は食物の粉碎にはあまり寄与しないものの、粉碎粒子を舌側の固有口腔内へ移送する機能については、有効に働いていることを表している。

つまり義歯装着前には図15のごとく咀嚼された食物は口腔前庭に流れこみ貯留してしまう。これに対して義歯の装着によって、口腔前庭と歯列の舌側空間とが分離され、固有口腔という空間が確立されてくる。このことが食物を舌側に溜めることを有利にしているのであることがわかる。

咀嚼過程で粉碎された食物が舌上に移送されて滑らかに嚥下できることは、特に高齢者において危険性が指摘されている誤嚥性の肺炎の発生を防止する上で、非常に重要なことである。この点からも、片側遊離端義歯を装着する大きな意義が存在していると言えよう。

#### 文 献

- 1) 河野正司ほか：咀嚼行動における歯の役割. 補綴臨床 32 (2) : 165-174, 1999
- 2) 本間和代, 河野正司ほか：自由咀嚼と片側咀嚼の機能的差異の検討. 補綴誌 49 : 459-468, 2005
- 3) 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
- 4) 渡部厚史：側方滑走運動による上下顎大白歯間の接触間隙の変化. 補綴誌 39 : 517-529, 1995
- 5) 丸山 満, 河野正司, 澤田宏二ほか：上顎臼歯頬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
- 6) 金田 恒, 土田幸弘, 河野正司. 咀嚼における片側遊離端義歯装着の意義. 補綴誌 43 : 592-601, 1999