調節性咬合器の調節機構

齊木 好太郎*

東京

Adjustment Mechanism of Adjustable Articulators

Kohtaro Saiki, C.D.T.

Tokyo

Articulators were divided into the following three groups according to their adjustment capability for comparison.

Group 1: Articulators with balancing adjustment mechanism only.

Group 2: Articulators with balancing adjustment mechanism and changeable intercondylar distance mechanism.

Group 3: Articulators balancing and working adjustment mechanism and changeable intercondylar distance mechanism.

As far as the mandibular position of the balancing condyle is concerned, the articulators in all the groups can adjust it and completely reproduce the position of the human condyle. In the working side, however, adjustment range varies from group to group. When projecting to the sagittal plane, the articulators in the group 1 can express the condylar position only by a point. The articulators in the group 2 can express it by a line which is a continuity or points. The articulators in the group 3 have adjustment capability as a plane. In a three dimensional observation of this in connection with the first mandibular position from which lateral movement starts, the adjustment range of group 1 is a line which can be drawn horizontally, an area for the group 2 and a volume for the group 3, increasing adjustment capability a dimensional each. With an increase in adjustment capability, reproducibility naturally increases.

The adjustment of the condylar path is basically possible only on the balancing side of the articulators in the group 3. The curve of the lateral condylar path is more significant than that of the sagittal condylar path, taking the effects of tooth path on the condylar path into account.

*東京都港区開業
1983年4月23日受付

はじめに

1805 年, Gariot による金属性の咬合器が発表されて以来, McCollum の Gnathoscope (1937 年) や Stuart 咬合器 (1955 年) に至る間に数百種以上の咬合器が考案されており¹⁾, 間接法の発達とともに口腔外での補綴物などの製作上不可欠な器具の 1 つになった。特にナソロジー学派においては, オーラル・リハビリテーションといわれるような咬合を考えた多数歯の補綴を同時に行なうようになり咬合器の重要性を増している。

この咬合器の要件として, ①咬頭嵌合位の再現 (下顎位), ②下顎運動の再現の 2 点がある。第 1 の静的再現などの咬合器でも可能であり, 上下歯牙の嵌合状態 (上下顎の位置関係) が再現できればよいわけである。第 2 の動的再現に関しては, 過去, 生体の下顎運動, 特に顎運動の解析が非常に難しく完全に解決されていなかった²⁾。そこでこの運動を機能的に単純な運動, たとえば, 球面運動, 軸運動, 平行移動的な運動などと考え, その動きが再現できる咬合器を製作したり, また, 特に咬合器に運動を再現する機構を持たせず自由に運動できる自由運動咬合器なども考案された。そしてその咬合器の運動様式によって表 1 のように分類されている¹⁾。

現在, 生体の下顎運動は顎頭の回転と滑走と, 歯牙の誘導により三次元的な動きをしており, 特に機能的に大切である側方滑走運動³⁾においては, 剛体の 2 度の回転と 1 度の平行移動からなる立体運動様式中もつとも複雑な運動とされている⁴⁾。一方, 咬合器もこの顎頭の運動 (顎路) を再現すべく, Evans の咬合器 (1840

年) から始まる顎路型咬合器が主流をなし, 特に調節性咬合器においては, 顎関節を模倣した関節構造を有し生体の下顎頭の動きを再現させる調節機構を設け, 次第にその機構の数も多くなり全調節性咬合器と呼ばれる咬合器の発展を見た。そこで現在使用されている調節性咬合器の調節機構とはどのようなものか, またそれによって, どのような調節範囲になるのかまとめてみたい。

顎路型咬合器の分類

顎路型咬合器は, 生体の顎路を平均値化してその顎路を咬合器に与えた平均値咬合器と, 生体の顎路を記録 (グラフィック・トレーシング法とチェック・パイット法) し, その記録した運動路または位置関係を咬合器の顎路調節機構を調節してそれらを再現する調節性咬合器に分けられる。

平均値咬合器 (非調節性咬合器)

この咬合器は顎路が平均値で固定されているので与えられた顎路に沿った運動しかできず, 常に一方向の運動を行なう咬合器であり, ユニティー, ハンディー, デンタル・ホビー, 医歯大型 Gysi 簡易咬合器などである。そしてその運動方向 (顎路角) はその咬合器によってさまざまである。

調節性咬合器

調節性咬合器は, 顎路が調節できる機構を持ちその備えている機構の数によって, 半調節性咬合器と全調

表 1 咬合器の分類¹⁾

1. 平線咬合器		上下顎が単純な蝶番によって連結され蝶番運動 (開閉運動) だけの咬合器。
2. 顎路型咬合器 (解剖的)	A	関節部の構造が生体の顎関節に類似した咬合器で, 顎路が与えられる。
	B	平均値咬合器
		半調節性咬合器
		a. 平衡側の側方顎路 { プログレッシブ・サイド・シフト イミディエート・サイド・シフト アナログ
		b. 作業側の顎路 { 真横 角度あり
	C	顎頭間距離可変機構をもつ咬合器 { 点線
	D	全調節性咬合器 { 直線 経路 { 固定 { 曲線 可変
3. 機械的咬合器		下顎運動を幾何学的な運動様式として単純化し, これを機械的に再現しようとする咬合器。
4. 自由運動咬合器		下顎運動を指導する機構をもたないで運動が自由に行なえる咬合器。

図1 顎位調節機構と経路調節機構。

B₁ 第1顎位 咬頭嵌合位

B₂ 第2顎位 1側方位

B₃ その途中の第3顎位

顎位調節機構。

1側方位であるB₂の位値(θ)を再現する機構。

経路調節機構。

B₁B₂の途中の経路B₃の位値(D)を再現する機構。この機構は第3顎位1点では意味がなく、B₁からB₂までのB₃を含む全経路を再現できればいけない。

表2

調節機構 咬合器	前方運動	平衡側運動			作業側運動		顎頭間距離 可変	経路調節		タイプ
		矢状顎路	側方顎路	イミディエート・サイドシフト	矢状顎路	側方顎路		矢状	側方	
Gnathoscope	○	○	○	○	○	○	○	可	可	AS
Stuart Inst.	○	○	○	○	○	○	○	可	可	AB
Gnatholator	○	○	○	○	○	○	○	可	可	AS
Denar SE	○	○	○	○	○	○	○	可	可	AB
Hanau Univ.130-21	○	○	○	○	○	○	○	直	可	AS
T M J Inst.	○	○	○	○	○	○	○	可	可	AB
Panadent System	○	○	○	○	○	○	○	可	可	AS(B)
Simulator	○	○	○	○	×	○	○	曲	可	AS
Cosmax	○	○	○	×	○	×	○	直	直	AB
Ney	○	○	○	×	○	×	○	曲	直	AB
Hanau 130-7	○	○	○	×	×	×	○	直	直	AS
Gnathomatic	○	○	×	○	×	×	○	直	直	AB
Teledyne	○	○	○	×	×	○	×	直	直	AB
Whipmix	○	○	○	×	×	×	△	直	直	AB
Hanau H2-0	○	○	○	×	×	×	×	直	直	CS
Dentatus	○	○	○	×	×	×	×	直	直	CS
New Occlusomatic	○	○	×	○	×	×	×	直	直	AB
Denar Mark II	○	○	○	○	×	×	×	直	直	AB
Analogue System	○	○	×	○	×	×	×	曲	曲	AB

経路調節 { 可一可変
曲一曲線
直一直線 } タイプ { A—アルコン
C—コンダイラー
B—ボックス
S—スロット }

節性咬合器に大別されている。そしてこの調節機構は、ある咬合位を再現するための顎位調節機構と、その途中の運動を再現するための経路調節機構との2つに分けられる⁵⁾(図1)。これらの調節機構は、前方運動、側方運動などの方向と量を再現するための機構と、顎頭の位置を変える機構であり、それらをまとめると表2のようになり、このうちどのような調節機構を持っているかによって、その咬合器の調節性の優劣が考えられる。

前方運動

前方運動時の生体の顎路は、最大66°最小15°平均37°⁶⁾、または、28.6°~51.2°平均39.9°(咬合平面を基準)⁷⁾、または、10°~62°平均31.2°⁸⁾とも報告されていて、咬合器の左右顎位調節機構も60°の範囲があり十分である。一方経路に関しても、この顎路を可撤式にして経路も調節できる咬合器がある。顎路が直線の咬合器では当然再現性は劣るが、生体の顎路は切端咬合位附近まではほぼ直線と見なせる運動をしていること⁹⁾、また有歯顎の場合、機能的にはあまり大切な運動では

ない等からこの前方運動の調節性、再現性はあまり重要視されていない。

普通、側方運動時の平衡側矢状顎路よりも前方運動時の矢状顎路の方が角度が弱く、この角度の違いをフィッシャー・アングルと呼んで平均 5° といわれている¹⁰⁾が、全運動軸上で顎頭中心点の測定によれば平均 2.69° とも¹¹⁾、また別の報告⁸⁾によれば顎頭移動量が3 mmの時 $-18^{\circ} \sim +26^{\circ}$ 平均 6.8° ともいわれている。従って完全に下顎運動を再現するのであれば、前方運動時の矢状顎路と側方運動時の平衡側矢状顎路を別々に調節しなければならない(厳密に言えば作業側の矢状顎路も含まれる¹²⁾、そこでそのように別々に調節する使用方法もできるが、半調節性咬合器の場合過補償の考え方から一般的には、前方運動時の矢状顎路が与えられることが多い。また、フィッシャー・アングルがあったとしてもその差は極めて小さく別々に扱う必要は多くの場合ないという意見もある¹¹⁾。

いずれにしても、矢状顎路には前方運動時と側方運動時平衡側の2つの顎路があり、そのうちどちらの顎路を与えるにしても調節可能である。そしてこの調節機構も咬合器の機構上、両方の矢状顎路が共用している咬合器が多いので、側方運動時の平衡側側方顎路が調節再現できれば、当然前方運動時の矢状顎路も再現できる。

全調節性咬合器である stuart 咬合器においては、1つのフォッサ・カップで両方の顎路をも再現できるが、その中間の運動に関しては、まだ不明な点が多く残っている¹³⁾。

側方運動

以上のようなことから、下顎の基本的な運動のうち特に重要であり、また複雑でもある側方運動の再現が今日の咬合器の主題とされている。そしてその再現も非常に困難で、この側方運動を再現するための調節機構が数多く備えられている。

この側方運動を再現するための顎位調節機構としては、①平衡側調節機構、②顎頭間距離可変機構、③作業側調節機構とがあり、さらに矢状的、側方的要素に分かれており、表2のような調節機構が咬合器に備えられている。そして、このうちどの調節機構を備えているかによって咬合器の分類が行なわれ⁵⁾、

第1群：平衡側調節機構のみを有する咬合器。

第2群：平衡側調節機構と顎頭間距離可変機構を有する咬合器。

第3群：平衡側調節機構と顎頭間距離可変機構および作業側調節機構を有する咬合器

の3群に分けることができる。

また、経路調節機構は、第1、第2群の咬合器にはほとんど備えてなく、第3群の中に備えている咬合器がある。

第1群の咬合器は顎頭間距離が固定(普通110 mm)されていて、平衡側のみの調節機構を持っている咬合器で、Hanau-H₂O型、Dentatus咬合器などに代表される半調節性咬合器である。

平衡側調節機構

顎位調節機構

この群の咬合器の平衡側調節機構は、矢状顎路と側方顎路の2つの機構を有しており、これらによって生体の平衡側の運動を立体的に再現しようとしている。そしてその調節範囲は矢状顎路が 60° 前後、側方顎路が 40° 位の調節性を有していて、生体の顎位はこの範囲内にあるので調節範囲としては十分であり再現可能である。また、幾何学的な解析¹⁴⁾からもこの2要素によって平衡側顎頭の運動は完全に再現できる。

一方、この咬合器は作業側の調節機構を持たないので咬合器固有の運動しかできない。従って顎頭間軸に沿って真横にしか動くことができず、その動く量は平衡側の側方顎路に影響される(図2)。すなわち咬合器の顎頭間距離は側方運動中に変化しないので、平衡側側方顎路の内方移動量(イミディエート・サイド・シフトとプログレッシブ・サイド・シフトの側方変位成分の和)⁸⁾によって、作業側顎頭の外方移動量がおのずと決定され図2-dのように、平衡側の内方移動量が多い方が作業側の外方移動量も多くなる。

この作業側顎頭の外方移動を水平面、前頭面でみれば直線状に動くこととなり、これを矢状面よりみれば常に点でしか表わすことができない¹⁵⁾。従って、この群の咬合器の作業側の調節範囲は矢状面投影でみると、点での範囲しかないこととなる。

この群の咬合器の場合、生体の作業側の運動が真横に動くケースでしかも顎頭間距離が110 mmの症例のみ完

図 2-a 咬合器作業側顆頭の調節範囲を見るために、Stuart 咬合器に取り付けられた描記装置。

図 2-b 水平面、前頭面、矢状面に描記針が装着され、各針の先端は作業側顆頭の中心に、向かっている。

図 2-c 水平面描記板に描かれた作業側顆頭の運動路。
作業側顆路調節機構を持たないので常に真横の運動しかできない。この図は平衡側側方顆路 (B, A) が 10° の場合である。

図 2-d B, A が 40° になると、作業側運動路は長くなるが、やはり真横である。

全再現が可能であるが、生体の作業側の顆頭の運動方向は広範囲に広がっており、この種の咬合器の完全再現は不可能に近いようにも思われる。しかし最近の顆頭運動の研究¹⁶⁾によれば、110~112 mmの範囲にある位置では側方運動中に作業側顆頭が真っすぐ外側方に向かう動きをすることが報告され、この群の咬合器でも十分に再現性があることもうかがえる。

イミディエート・サイド・シフト機構

これら第1群の中に他の咬合器と異なった平衡側の調節機構を持った New Occlusomatic 咬合器と Denar Mark II 咬合器がある。New Occlusomatic 咬合器の平衡側矢状顆路は調節性であるが、側方顆路は 5° に固定されており、もう1つの側方顆路調節機構としてイミディエート・サイド・シフト機構が備えられている。すなわち 5° に固定された側方顆路板を顆頭間軸に沿

って内方に移動して側方顆路角を調節する。この時の内方移動した量だけ平衡側顆頭が真横に動くこととなりイミディエート・サイド・シフトが与えられる機構である (図3)。また Denar Mark II 咬合器には、このイミディエート・サイド・シフト機構と普通の側方顆路調節機構との両方を備えており、平衡側側方顆路を両方の機構によって調節することができる。そして作業側顆路は後方に 25° に規定され常にこの方向に動き¹⁷⁾他の半調節性咬合器とは異なる運動を行なう。

このイミディエート・サイド・シフトを無段階に調節できる機構とは別に、ヒトの顆頭の運動と類似した動きができる4~5種類 (0.5 mm~2.5 mm) のフオッサ・カップからなるアナログ型咬合器も最近考察された。先のイミディエート・サイド・シフト機構を備えた咬合器の場合、平衡側側方顆路は真横 (正中側) に動いたのちに前方移動したが、このアナログ型においては

図3 New Occlusomatic 咬合器の平衡側側方顆路の調節。

B₁ 第1顎位

B₂ 側方運動路の第2顎位

B₁' 5°の角度を持った側方顆路板で、B₂の位値を再現するために、内方移動した位値。

B₁B₁' この間がイミディエート・サイド・シフトとなる。従って咬合器の側方運動路は、B₁B₁'B₂となり生体の顆路よりは内方の運動となる。

イミディエート・サイド・シフトとプログレッシブ・サイド・シフトとの移行部は湾曲面を有していて、ヒトの顆頭の運動により近似した動きとなる。なおこの湾曲はヒトの顆頭運動の場合、半径約2.4 mmの円弧の一部と一致したと報告されている⁸⁾。

これらのイミディエート・サイド・シフト機構を備えた咬合器は、特に平衡側（クロス・アーチ・コンタクト）の過補償という点で優れており¹⁰⁾、また咬合面への影響度を考えた時、平衡側側方顆路や顆頭間距離などと比較すると、矢状顆路とともに4倍の影響度があるといわれている¹⁸⁾ことからして重要な調節機構とも考えられる。

経路調節機構

第1群の咬合器には、この経路調節機構は有しておらず、平衡側の矢状顆路と側方顆路は当然直線の運動しかできないので、生体の顆路の湾曲の深さがそのまま誤差となって表われる。従って、この種の咬合器の顆運動の記録（採得）には、チェック・バイト法を使用するのが通法であるが、この採得する位置（第2顎位）が問題となり¹⁹⁾、なるべく機能的に大切な範囲内の位置を採得しその途中の誤差を少なくすることが必要である。

第2群 平衡側調節機構と顆頭間距離可変機構を有する咬合器

この群に属する咬合器としては、Hanau130—7型咬合器、Gnathomatic、Whip mix咬合器があり、平衡

側調節機構は第1群の咬合器と同様であるが、その他に左右の顆頭と、顆路もしくは関節窩の位置を顆頭間軸に沿って任意に変えられる顆頭間距離可変機構を備えている。この機構は後に述べる第3群の咬合器にも全て備えられている機構でもある。

この機構は元来 Wadsworthの咬合器（1919年）¹¹⁾に見られるように、生体の顆頭の位置を咬合器上に再現する目的で設けられた調節機構であるが²⁰⁾、作業側顆頭の運動が明らかになってきてその重要性が増してきた今日、この運動の再現という目的で調節した方が有効と考え、作業側顆路再現の補助機構として調節する考え方になった^{15,21)}。また、さらに咬合器上下顎運動のすべてを再現するという観点から見れば、側方運動時の作業側顆頭の再現だけでは不満足で、下顎のあらゆる立体運動にも対応できる顆頭点がより良い位置であるともいわれている²²⁾。

顆頭間距離を変えると作業側顆路はどのように変化するか？

この第2群の咬合器も第1群の咬合器同様作業側顆頭は顆路調節機構を持たないので、顆頭が顆頭間軸上どの位置にあってもその位置では真横にしか動くことができない。ということは、今位置していた所から別の場所に顆頭を移動させて側方運動を行なうと、その位置では真横に動くが、元の位置の動きは真横に動かないである方向に運動する。そしてその方向は図4からも分かるように元の位置より咬合器顆頭を内方（正中側に10～15 mm）に移動すれば、元の位置は水平面では後方に、前頭面では上方に動くこととなる。逆に元

a 水平面

b 前頭面

図4 先の図2の作業側顎頭に取り付けられた装置で、顎頭間距離を変化させた場合、元の顎頭（この場合は正中面より55 mm、すなわち顎頭間距離110 mmの位置）の運動路の変化を見ている。

作業側顎頭を内方（正中側）に入れて（-15）側方運動を行うと、後方で上方に運動するのが分かる。逆に外方に（+19）にして運動を行うと、前方で下方に移動する。

図5 顎頭間距離を変化させることによる作業側顎頭運動路の変化の説時図（水平面）

の位置より外方（19 mm）にすれば、水平面では前方に、前頭面では下方に動くこととなる（図4）。そして水平的な動きと前頭的な動きは常に1対1の関係となり²³⁾、水平面では外側方で前頭面では上方という動きはできない。

生体の作業側顎頭が後上方に運動する図5のW₂'の場合には、その顎頭の位置より内方のI₁に咬合器の作業側顎頭を位置させて側方運動を行なえば、より生体の動きに近似したW₁からW₂'の運動となる。同様にこれと逆の場合には、咬合器作業側顎頭を外方にすればよいこととなり、第1群の咬合器よりも顎運動の再現度は高くなる。

第1群の咬合器は、作業側顎路調節機構がないので作業側顎頭の運動は、矢状面から見たとき点でしか表わすことができなかったが、この第2群の咬合器においては、その点を顎頭の位置を変えることによって連

続させることができるので、線状として表わせる。先の図2の描記装置でこれを見ると図6-aのように描かれそれを模式図としたのがbの描記板である。この場合描記板にマークした顎頭の位置は、正中より40 mm（×）55 mm（○）74 mm（△）の3点だけであるが、これを連続してマークしてゆけば線となる。

この線の傾斜は図6-aからも明らかのように平衡側矢状顎路の影響を受け両者は同程度の角度と思われ、平衡側矢状顎路が強ければ作業側顎頭の運動角度も強くなる¹⁵⁾。結果的に、平衡側矢状顎路の傾斜角度を持ったある平面上を両側の顎頭が運動していることになる。このことは、ヒトの下顎運動の研究⁸⁾によると「矢状顎路傾斜度と矢状ベネット運動傾斜度は、逆向きで等しい」という結果と考え合わせると、下顎運動再現にあたり顎頭間距離可変機構が有効な調節機構といえる。

図 6-a 矢状面で見られる顆頭間距離可変機構による作業側顆頭 (110 mm の位置) の運動。

この場合、顆頭の位置を3段階 (40 mm, 55 mm, 74 mm) にしてあるので点状となっている。そしてこの描記板の位置が、顆頭中心点から離れているので、虚像として表われているが、その影響は理解することができる。

図 7 水平面で見られる顆頭間距離可変機構による作業側顆頭 (110 mm の位置) への平衡側側方顆路の影響。

すなわち、B, Aを 10° と 40° とに変化させると、同じ顆頭間距離の調節量でも、このように作業側顆頭の動きは変化する。

また、この線の長さは平衡側側方顆路と顆頭間距離可変の調節量に影響され (図 7), 側方顆路角が弱く調節量が多いとこの線の長さも長くなる。そして線の長い方が作業側顆路再現の補助機構としての調節量が多くなり側方運動の再現性も良くなると思われる。従って図 8 から分かるように、第 2 群の咬合器は同一条件下では平衡側側方顆路角の弱い程 (生体においては作業側顆頭が回転型²⁴⁾を示す症例)、作業側顆路補助機構としての調節範囲が大きく再現性が優れている¹⁵⁾。

普通、顆頭間距離可変機構は連続的に 35 mm の範囲内で調節できるが、Whip mix 咬合器では L・M・S の

図 6-b 顆頭間距離可変機構による作業側顆路 (110 mm の位置) への平衡側矢状顆路の影響 (矢状面)。

3段階にしか調節できないので、先の線上の 3 点のみの調節性となるが、第 1 群の咬合器と比べれば多少は優れている。

また、Teledyne System 154 咬合器においては、直接、顆頭間距離可変機構を備えてはいないが、作業側の側方顆路のみ調節できる機構を持っているので、作業側顆路の水平面投影角は調節できることとなり、やはり線分としての調節性を有する。

経路調節機構

第 2 群の咬合器にも経路調節機構は備えておらず、咬合器上の経路はすべて直線となり第 1 群の咬合器と

図8 図7の模式図

平衡側方顎路の違い (B_2B_2') により, 作業側顎頭の動きも変化する。

B_2 の場合, $W_1 \sim W_1'$ の調節量を持つ

B_2' の場合, $W_2 \sim W_2'$ の調節量を持つ

両方を比較すれば, B_2 (BAの強い方) が長く, 調節範囲が広いことを示す。

図9-a 水平面

先の作業側顎頭部に取り付けられた描記装置で, 顎頭間距離を110 mmにして, 作業側顎路調節機構を前後的に $\pm 30^\circ$ 変化した場合の, 110 mmの位置の顎頭の運動路 (水平面)。

真横の線は $\pm 0^\circ$ の場合。

図9-b 前頭面

同じく前頭面描記板に描かれた運動路。このように, この調節機構を調節することによって, 咬合器作業顎路を 60° の範囲でどの方向にも変えられる。

同じことがいえる。

第3群 平衡側調節機構, 顎頭間距離可変機構と作業側調節機構を有する咬合器

これまでの第1群, 第2群の咬合器に見えている調節機構に加えて, 作業側顎路の再現をも行なえる作業側顎路調節機構を持つ咬合器が, 第3群の咬合器といえる。そして現在, Hanau University 130-21型咬合器, Stuart咬合器, Gnathoscope, Denar SE咬合器, Gnatholator咬合器などがこの群の咬合器に分類され全調節性咬合器と呼ばれている。

作業側調節機構

顎位調節機構

全調節性咬合器に備えられている作業側顎位調節機構とは, 作業側顎頭の運動方向を上下的 (矢状顎路) に $-30^\circ \sim +30^\circ$, また前後的 (側方顎路) にも $-30^\circ \sim +30^\circ$ のそれぞれ 60° の範囲内に調節できる機構である。そして, この機構は矢状と側方を別々に調節できるので, 顎頭間距離可変機構とは異なり, 上下的には水平 (真横) で, 前後的には前方や後方に調節することが可能である。従って, 咬合器の作業側顎頭は 60° の範囲内で立体的にどの方向にも位置することができる (図9)。

図 10 同じくこの調節機構を上下、前後に調節した場合を矢状面描記板で見ればこのような状態となる。図 6 と同様に像はやや乱れているが、それを理解することはできる。

図 11 顆頭間距離可変機構と作業側顆路調節機構とによる、110 mm の位置の作業側運動路の変化の説明図（水平面）。

W_1W_1' 110 mm の位置で作業側顆路調節機構のみの調節範囲。

W_2 作業側顆路を内方に入れて、作業側顆路調節機構を調節した場合の 110 mm の位置の運動路。

W_2' 同様に外側にした場合の運動路。結果的に両方の調節機構を調節すれば、 W_2W_2' の調節範囲を有する。

図 12 顆頭間距離可変機構と作業側顆路調節機構を調節した場合の矢状面に表われた調節範囲。

やはり虚像として表われているが、先の図 10 の正方形が 2 つ表われている。すなわち、顆頭を内方（-15）と外方（+19）にした場合の 2 つである。

これを矢状面よりみれば、正方形の範囲となり、これを第 1 顎位と結ぶと、 60° の頂角を持つ四角錐の調節範囲となる（図 10）。さらにこの第 3 群の咬合器を持っている顆頭間距離可変機構を利用することによって、咬合器上の作業側顆路の調節範囲をさらに広くすることができる。すなわち、図 11 のように顆頭の位置を一番内側（I）に入れることによって、もとの位置の顆頭の調節範囲は、 30° より後上方になり（ w_1 より w_2 ）、外側（O）に移動すれば、 30° より前下方になる（ w_1' より w_2' ）。

これを矢状面で見れば、第 2 群の咬合器の作業側顆路の動きは、線状で表わすことができるが、この線上のどの位置でも $\pm 30^\circ$ の調節範囲を有することになり、この線を中心として、作業側調節機構による正方形がどの場所でも表われ、1 つの木の葉状の面となる²³⁾（図 12）。そして、この線の傾斜は、第 2 群の咬合器と同じように、平衡側の矢状顆路の影響を受け、この角度が強ければこの線の傾斜も強くなる¹⁵⁾。また、この木の葉状の面の大きさは平衡側側方顆路の影

図13 図10と同じ条件で、BAを強くした場合、先の正方形が大きくなっているのがうかがえる。

図14 作業側顆頭（110 mm）の水平面で見られる、BAの影響。BAが10°の場合と40°の場合では、調節範囲がこうに変わる。

図15 平衡側側方顆路が弱い場合（B₁）作業調節範囲は、W₁W₂W₁となり、強い場合（B₁'）はW₁W₂W₂の調節範囲となる。

響を受け、この角度が強いと作業側顆頭の運動量も多くなり、この面の大きさも大きくなる（図13, 14）。そして立体的に見た場合、第1顆位とこの面を結んだ角度（先の頂角）は、平衡側の影響を受け側方顆路が弱いとこの頂角は強くなる。

従って、この木の葉状の面と第1顆位を結んだ内側がこの群の咬合器の調節範囲となり、この範囲は、平衡側側方顆路角の強い方が広くなり第1顆位からの角度（頂角）は弱くなる。一方、平衡側側方顆路角が弱いとこの範囲は狭くなり、第1顆位からの角度（頂角）は強くなる。これを水平面で表わせば図15のようになり、平衡側側方顆路角が強い方が弱い場合より調節範囲の角度は弱い方が調節範囲が広がるので、作業側顆路の再現性という点では良いのかも知れない。

なお、この第3群と先の第2群の中間に位置する咬合器も存在し、第3群の咬合器においては矢状と側方の2要素の作業側顆路調節機構を備えているが、このうちどちらか一方の調節機構しか設けられていない咬

合器である。Simulator 咬合器においては作業側側方顆路であり、Ney の咬合器においては作業側矢状顆路で、これらの咬合器は、当然のことながら第2群の咬合器の線の状態より面状となり調節範囲は優れているが、第3群の咬合器の面よりは小さな面となり、やや劣ることになる。

平衡側経路調節機構

この第3群の咬合器には、ほとんどの咬合器において平衡側顆路の湾曲をも再現できる経路調節機構が備えられ、この機構も矢状と側方の2つに分けることができる。

平衡側の矢状顆路の再現には、数種類の湾曲を持った顆路がありそのケースに応じたものを選択できるようになっている。特に Stuart 咬合器においては、これがプラスチックでできており削合を行ったり即時重合レジンを盛ることによって、完全に湾曲をも再現できるようになっている。また、スロット・タイプである

Gnathoscope, Gnatholotor 咬合器においては、数種類の湾曲を持ったスロットを換えることによって湾曲を再現しようとする機構である。Hanau University 130-21 型咬合器の平衡側矢状顎路については、直線のスロットで固定式なので湾曲を調節することはできない。

一方、側方顎路に関しては、この群の咬合器に備えられているベネット・ガイド板が可撤式になっており、この板をその症例の湾曲に合うように削合することによって完全再現できるようになっている。

作業側経路調節機構

作業側顎路の湾曲に関しては、この経路調節機構を備えている咬合器は現存しない。この意味では完全な全調節性咬合器は存在しないのであろう。しかしながら生体の作業側顎頭の運動量²⁴⁾、その湾曲²⁵⁾、歯牙路への影響²⁵⁾、また、それを調節するにしてもその技術的困難さなどを考え合わせると、この調節機構がなくてもよいかもしれない。

第3群の咬合器の中には特徴ある咬合器として、TMJ 咬合器²⁶⁾、Panadent System が²⁷⁾がある。これ

らの咬合器は、特別な調節機構を持たず、レジンによる形成、また、レジンブロックの削合形成などにより、すべての顎路を立体的に再現するのでこの作業側顎路の湾曲に関しても再現が可能とも思われる。

まとめ

以上、3群に分類された咬合器の調節性を比較すれば、平衡側顎頭の顎位に関してはいずれの群の咬合器も調節が可能で生体の顎頭の位置を完全再現できる。しかし、作業側に関してはその調節範囲が異なり矢状面投影では、第1群の咬合器は点でしか表わすことができず、第2群の咬合器では、点が連続した線として表わすことができ、第3群の咬合器においては、面としての調節性を有している。これを側方運動の出発点である第1顎位と結びつけて立体的に見れば、第1群は真横に引ける線として、第2群は面積として、第3群は体積としての調節範囲を持つこととなり、それぞれ1次元ずつ調節性を高めており、それに伴って当然のことながら再現度も一段と向上している¹⁵⁾。そして、この作業側顎路の調節性を解析幾何学的に検討した結果¹⁵⁾によれば図16のようになり、これを立体的に

図16 作業側顎路の調節範囲(顎路型咬合器の調節性より)。

図 17 立体模型化した咬合器作業側顎頭の調節範囲。

- 1 BAが強い場合
- 2 BAが弱い場合
- a 第1群
- b 第2群
- c 第3群

模型化すれば図 17となるのであろう。

一方経路の再現に関しては、基本的に第3群の咬合器における平衡側のみ調節が可能であり、特に歯牙路

への影響を考えると矢状顎路の湾曲よりも、イミディエート・サイド・シフトを含めた側方顎路の湾曲の再現が重要^{18,25)} となってくる。

参考文献

- 1) 石原寿郎他：下顎運動と咬合器。1，日本歯科評論社，東京，1975
- 2) 石原寿郎：下顎運動に関する最近の研究・口病誌，30：81，1963
- 3) 藍 稔：切歯点部における咀嚼運動の解析・補綴誌，6：164，1962
- 4) 長谷川成男他：側方滑走運動における運動様式の検討・補綴誌，16：381，1972
- 5) 真柳昭絃他：顎路型咬合器の調節機構，DE，(28)：28，1974
- 6) 保母須弥也：オーラル・リハビリテーション，医歯薬出版，東京，1968
- 7) 河野正司他：前方滑走運動の歯牙指導要素としての切歯路の研究・補綴誌，19：116，1975
- 8) 保母須弥也：自動電子計測システムによるヒトの下顎運動の研究，第2報水平側方顎路における共通媒介変数 (I.P.B. 値) の存在について・補綴誌，26，(3)：181，1982
- 9) 河野正司：下顎の矢状面内運動に対応する顎頭運動の研究・第2報，マルチフラッシュ装置による矢状面内運動の解析，補綴誌，12：350，1968
- 10) 保母須弥也他：咬合学事典，書林，東京，1978
- 11) 中野雅徳：側方滑走運動における顎路と歯牙路に関する研究，補綴誌，19：461，1976
- 12) 松本直之：半調節性咬合器の調節機構と調節限界，補綴誌，21：1，1977
- 13) 藍稔：顎運動の再現と咬合器，歯科時報，27(8)：2，1973
- 14) 長谷川成男他：咬合器の再現性に関する検討—Graphic Tracing 法と Check bite 法について—，補綴誌，16：138，1972
- 15) 長谷川成男他：顎路型咬合器の調節性，補綴誌，21：27，1977
- 16) 保母須弥也：下顎側方運動における顎頭の運動学的中心に関する研究，一顎頭間軸運動範囲における集束点の存在について—，歯科学報，82(11)：23，1982
- 17) 奥川幸二：Denar Mark II，補綴臨床：別冊，調節性咬合器，282，1977
- 18) 保母須弥也他：咬合器の運動の数式的表現，第3報：側方運動の3次元運動軌跡，顎咬合誌，4(1)：15，1983
- 19) 齊木好太郎：基準点・下顎位・咬合位などの違いによる咬合器使用上の注意，歯科技工：別冊，歯科技工と調節性咬合器，72，1981
- 20) 長谷川成男他：続・Hanauの咬合器に聞く(上)—130-7型咬合器の機構と再現性—歯界展望，45：55，1976
- 21) 真柳昭絃：作業側顎頭の運動様相と咬合器の再現性に関する研究，補綴誌，18：126，1974
- 22) 長谷川成男他：顎路型咬合器と顎頭点—2—，日本歯科評論，399：41，1976
- 23) 長谷川成男他：咬合器の分類，補綴臨床：別冊，調節性咬合器，43，1977
- 24) 真柳昭絃：側方滑走運動における顎頭運動に関する研究，補綴誌，14：158，1970
- 25) 真柳昭絃：側方滑走運動路における湾曲に関する研究，補綴誌，17：205，1973
- 26) 矢沢一浩：TMJ Instrument，補綴臨床：別冊，調節性咬合器，324，1977
- 27) 寿谷 一：Panadent System，補綴臨床：別冊，調節性咬合器，333，1977