原著論文

臼歯部交叉咬合における咀嚼運動パターンに関する研究

—前頭面における咀嚼運動パターンの分類について—

宮内 修平 中南 匡史 西尾 公一 丸山 剛郎

Chewing Pattern in Posterior Crossbite

—Classification of Chewing Pattern in the Frontal Plane—

Shuhei Miyauchi, Tadashi Nakaminami, Koichi Nishio and Takao Maruyama

Abstract : Occlusion is one of the most important factors to affect chewing movement.

In this study, chewing movements of subjects who have posterior crossbite were recorded to analyze the relationship between chewing pattern and crossbite occlusion.

Chewing movements of 22 subjects of posterior crossbite and 5 normals were recorded with Sirognathograph Analysing System II. Subjects were to chew soft gum; on each specified side, both at the posterior crossbite region and at another resion of the side. On the other hand, normal subjects were to chew only on each side. Chewing patterns were classified into several specific ones examined with chisquare test concerning the relationship between chewing pattern and occlusion.

From the results we obtained following conclusion.

1. Frequency of normal chewing pattern, posterior crossbite group is lower than normal group.
2. Among the posterior crossbite group, specific patterns are found with highly frequency such as 'Concave Type', 'Crossover I Type', 'Crossover II Type' and 'Reverse Type'.
3. By segmental chewing at the posterior crossbite region, 'Normal Type' and 'Concave Type' are lower and 'Crossover I Type', 'Crossover II Type' and 'Reverse Type' are higher in frequency in comparison with posterior crossbite side voluntary chewing.
4. By segmental chewing at the posterior crossbite resion, 'Normal Type' and 'Concave Type' are lower and 'Crossover I Type', 'Crossover II Type' and 'Reverse Type' are higher in frequency in comparison with segmental chewing at non-crossbite resion.

Key words : stomatognathic function, posterior crossbite, chewing pattern, Sirognathograph

I. 緒 言

顎口腔機能は、歯（歯根膜）、顎関節、咀嚼筋の3要素と、それぞれの感覚受容器から伝達された情報を統御する中枢神経系の調和のもとに営まれており、なかでも咀嚼運動は代表的機能運動である。すなわち各要素の自己受容器からの求心性情報がフィードバックされた獲得性、習慣性の運動であり、あるいは無意識の運動であるため、顎口腔機能を最もよく反映しているものと考えられる。

われわれは顎口腔系を機能的咬合系としてとらえ、生理学の考えに立脚した臨床生理咬合¹⁾の概念に基づき、咀嚼運動について調査研究を行っている^{2-4, 18-24)}。

リズムカルな咀嚼運動において臼歯は頬、舌と互いに協調し合いながら食塊の形成、破碎を行う重要な役割を担っている。すなわち、臼歯の咬合状態の如何が咀嚼運動に及ぼす影響は十分に考えられる。

今回われわれは臼歯部の咬合異常のひとつである交叉咬合に着目し、この場合にどのような咀嚼運動を呈するかを明らかにすることを目的として咀嚼運動パターンについて検討を加えたものである。

II. 被験者および方法

1. 被験者

被験者には大阪大学歯学部付属病院第一補綴科を受診した患者ならびに本学歯学部学生および職員より、臼歯部に交叉咬合を有するもの22名（男性13名、女性9名、年齢19～44歳、平均年齢25.6歳）を交叉咬合群として選択した。対照として顎関節、顎筋、歯列咬合に異常を認めないいわゆる個性正常咬合を有する者5名を正常者群として用いた。

交叉咬合の判定は、咬頭嵌合位において下顎臼歯の頬側咬頭頂が上顎臼歯の頬側咬頭頂より頬側よりにあるものとした。

被験者22名のうち、片側臼歯部のみに交叉咬合を有するものは12名で、両側に有するものは10であった。また、そのうちで顎関節雑音を認める者は17名、顎関節周辺部に圧痛を認める者は2名、咀嚼筋に圧痛を認める者は6名であり、開口制限を認めるものはなかった。以上のいずれかの症状の認められたものは20名で、症状の認められなかったものは2名のみであった（表1）。

2. 方 法

1) 実験 1 片側任意咀嚼における咀嚼運動経路の分析

被験食品にはチューインガム（フリー・ゾーン[®]（糊ロテ製）1枚を用いた。十分に軟化させた後、咀嚼側を指定した任意咀嚼（片側任意咀嚼）を交互に各5回ずつ行わせ、咀嚼運動記録装置としてシロナグラフ・アナライジング・システム^{3, 3)} IIを用いて約30秒間の記録を行った。

咀嚼運動の分析は咀嚼開始より5秒後からの20ストロークずつを対象とし、正常者群では左右側それぞれ、臼歯部交叉咬合群では交叉咬合側について各5回、計100ストロークに対して前頭面咀嚼運動経路の分析を行った。

2) 実験 2 交叉咬合群の交叉咬合部位咀嚼および非交叉咬合部位咀嚼における咀嚼経路の分析

被験食品はチューインガム（フリー・ゾーン[®]（糊ロテ製）1/2枚とし十分に軟化させた後、交叉咬合群の交叉咬合部位における部位別咀嚼^{1, 4)}（交叉咬合部位咀嚼）、および交叉咬合側の交叉咬合のない部位における部位別咀嚼（非交叉咬合部位咀嚼）を行わせ実験1と同様に記録、各部位2回ずつの計40ストロークに対して前頭面咀嚼運動経路の分析を行った。

なお、交叉咬合側臼歯部において、交叉咬合部位咀嚼と非交叉咬合部位咀嚼が明確に区別できない被験者に関しては、交叉咬合のない部位での記録は行わなかった。

III. 結 果

1. 実験 1 片側任意咀嚼における咀嚼運動経路の分析

分析対象とした前頭面咀嚼運動経路を観察したところ、様々な咀嚼運動パターンが認められた。そこで観察された咀嚼運動経路を以下に示す7つのパターン（図1）に分類を行い、それぞれの出現率を調べた。

① Normal Type（正常型）

正常者に高率に出現し、正常と考えられるパターン⁵⁻¹³⁾

② Concave Type（閉口路凹彎曲型）

閉口路に凹彎曲の認められるもの

③ Crossover I Type（交叉I型）

垂直的開口量の1/2以内に経路の交叉が認められるもの。

表 1 臼歯部に交叉咬合を有する被験者の交叉咬合部位および顎関節、顎筋の状態

	被験者	年齢	性別	交叉咬合部位	顎関節		顎筋
					左	右	
1		20	F	$\begin{array}{ccc ccc} 8 & 5 & 4 & 4 & 5 & 8 \\ \hline 8 & 5 & & 4 & 5 & 8 \end{array}$	Pain	—	—
2		24	M	$\begin{array}{ccc ccc} & 6 & 5 & 4 & 4 & 5 & 6 \\ \hline & 6 & 5 & 4 & & 5 & 6 \end{array}$	—	Rubbing	—
3		22	F	$\begin{array}{ccc ccc} & 6 & 5 & 4 & 4 & 5 & \\ \hline & 6 & 5 & 4 & & 5 & 6 \end{array}$	Slight Clicking	Slight Clicking	—
4		24	M	$\begin{array}{ccc ccc} & 6 & 5 & 4 & & 6 & \\ \hline & 6 & 5 & 4 & & 6 & 7 \end{array}$	Clicking	—	—
5		23	F	$\begin{array}{ccc ccc} 8 & & 4 & & 7 & 8 \\ \hline 8 & 5 & 4 & & & 8 \end{array}$	Clicking	—	—
6		24	F	$\begin{array}{ccc ccc} 7 & & 4 & & 5 & \\ \hline 8 & 5 & & & 5 & 6 \end{array}$	Slight Clicking	—	Pain
7		44	F	$\begin{array}{ccc ccc} & 6 & & & 6 & 7 \\ \hline 7 & & & & 6 & 7 \end{array}$	—	—	—
8		25	M	$\begin{array}{ccc ccc} 7 & 6 & & & 5 & \\ \hline 8 & 6 & & & 5 & \end{array}$	Clicking	Clicking	—
9		36	M	$\begin{array}{ccc ccc} & 5 & & & 5 & \\ \hline & 5 & & & 5 & \end{array}$	Clicking	—	—
10		19	F	$\begin{array}{ccc ccc} 6 & & 4 & & & \\ \hline 6 & & 4 & & & \end{array}$	Clicking Pain	Clicking Pain	—
11		22	M	$\begin{array}{ccc ccc} 7 & 6 & 5 & 4 & & \\ \hline 7 & 6 & 5 & 4 & & \end{array}$	Rubbing	—	Pain
12		26	F	$\begin{array}{ccc ccc} & & & & 4 & 5 & 6 \\ \hline & & & & 4 & 5 & 6 & 7 \end{array}$	Clicking	—	—
13		41	M	$\begin{array}{ccc ccc} & & & & 6 & 7 & 8 \\ \hline & & & & 6 & 7 & 8 \end{array}$	—	Clicking	Pain
14		23	M	$\begin{array}{ccc ccc} 6 & 5 & & & & \\ \hline 6 & 5 & 4 & & & \end{array}$	—	Slight Clicking	—
15		30	F	$\begin{array}{ccc ccc} 6 & 5 & & & & \\ \hline 6 & 5 & & & & \end{array}$	—	—	Pain
16		27	M	$\begin{array}{ccc ccc} & & & & 5 & 6 \\ \hline & & & & 4 & 5 \end{array}$	Clicking	—	—
17		25	M	$\begin{array}{ccc ccc} 5 & 4 & & & & \\ \hline 5 & 4 & & & & \end{array}$	—	—	—
18		23	F	$\begin{array}{ccc ccc} 5 & 4 & & & & \\ \hline 5 & 4 & & & & \end{array}$	Clicking	—	Pain
19		29	M	$\begin{array}{ccc ccc} & & & & 4 & 5 \\ \hline & & & & 5 & \end{array}$	—	Clicking	—
20		28	M	$\begin{array}{ccc ccc} & & & & 5 & \\ \hline & & & & 5 & 6 \end{array}$	—	Clicking	—
21		27	M	$\begin{array}{ccc ccc} 7 & & & & & \\ \hline 7 & & & & & \end{array}$	Clicking	Clicking	—
22		23	F	$\begin{array}{ccc ccc} & & & & 5 & \\ \hline & & & & 5 & \end{array}$	—	—	Pain

④ Crossover II Type (交叉Ⅱ型)

垂直的開口量の 1/2 以上に経路の交叉が認められるもの。

⑤ Reverse Type (経路方向逆転型)

咀嚼運動の経路の方向が正常なものと逆になっているもの。

⑥ Symmetry Type (経路概形対称型)

経路の方向は正常であるが、ターニング・ポイントが非咀嚼側に存在し、咀嚼経路のほとんどが非咀嚼側にあり、閉口路の終末付近がほぼ垂直であるもの。

⑦ X

以上の分類のいずれにも当てはまらないもの。

正常者群の片側任意咀嚼における各パターンの出現率を表 2 に示す。Normal Type は最も低いもので 94% で

図 1 Classification of Chewing Patterns

表 2 正常者における任意咀嚼の各パターンの出現率

正常者	咀嚼側	N	C	I	II	R	S	X
■	左	99.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	右	99.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
■	左	98.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	右	98.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
■	左	95.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	右	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
■	左	94.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0
	右	98.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
■	左	99.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	右	94.0	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

単位：％（100ストローク中）

あり、10側（5名）の平均は 97.4％であった。その他のパターンでは Crossover I Type（1％）が 1 名、X（6％）が 1 名認められるのみで、ほとんどの者で Concave Type に数％の出現率を認めたのみであった。

交叉咬合群の片側任意咀嚼における各パターンの出現率を表 3 に示す。最も高い出現率を示したパターンの咬合側数を調べたところ、分析を行った被験咀嚼側 32 側のうち、

Normal Type では 13 側（40.6％）、
Concave Type では 13 側（40.6％）、
Crossover I Type では 1 側（3.1％）、

Crossover II Type では 2 側（6.3％）、
Reverse Type では 3 側（9.4％）
であり、Symmetry Type、X はなかった。

2. 実験 2 交叉咬合群の交叉咬合部位咀嚼および非交叉咬合部位咀嚼における咀嚼運動経路の分析

実験 1 の結果で用いたパターンの分類に従い分析対象とした交叉咬合群の交叉咬合部位、非交叉咬合部位の各パターンの出現率を表 4、5 に示す。

交叉咬合部位咀嚼で最も高い出現率を示したパターンの咬合側数を調べたところ、分析を行った被験咀嚼側 32 側のうち、

Normal Type では 5 側（15.6％）、
Concave Type では 14 側（43.8％）、
Crossover I Type では 2 側（6.3％）、
Crossover II Type では 1 側（3.1％）、
Reverse Type では 12 側（37.5％）

であり、Symmetry Type、X はなかった（HGN-左では Normal Type と Concave Type が、SUN-右では Concave Type と Reverse Type が同率で最も高い出現率を示した）。

非交叉咬合部位咀嚼で最も高い出現率を示したパターンの咬合側数を調べたところ、分析を行った被験者咀嚼側 21 側のうち、

表 3 片側任意咀嚼における各パターンの出現率

被験者	咀嚼側	N	C	I	II	R	S	X
	左	57.0	42.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
	右	67.0	32.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
	左	73.0	27.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	右	1.0	9.0	0.0	15.0	75.0	0.0	0.0
	左	0.0	24.0	12.0	35.0	29.0	0.0	0.0
	右	3.0	14.0	28.0	40.0	15.0	0.0	0.0
	左	3.0	7.0	13.0	23.0	54.0	0.0	0.0
	右	14.0	44.0	4.0	19.0	7.0	11.0	1.0
	左	61.0	34.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0
	右	32.0	55.0	5.0	1.0	4.0	0.0	3.0
	左	90.0	6.0	3.0	0.0	0.0	0.0	1.0
	右	17.0	8.0	46.0	17.0	9.0	0.0	3.0
	左	79.0	9.0	1.0	1.0	1.0	1.0	8.0
	右	79.0	12.0	0.0	0.0	0.0	6.0	3.0
	左	0.0	46.0	10.0	12.0	28.0	0.0	4.0
	右	6.0	57.0	16.0	1.0	2.0	12.0	6.0
	左	60.0	34.0	4.0	0.0	0.0	0.0	2.0
	右	62.0	36.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0
	左	28.0	45.0	9.0	5.0	5.0	0.0	8.0
	右	0.0	47.0	24.0	23.0	6.0	0.0	0.0
	右	1.0	32.0	19.0	27.0	17.0	1.0	3.0
	左	48.0	19.0	9.0	4.0	7.0	0.0	13.0
	左	7.0	43.0	42.0	6.0	0.0	0.0	2.0
	右	1.0	74.0	5.0	9.0	6.0	1.0	4.0
	右	1.0	41.0	21.0	3.0	3.0	28.0	3.0
	左	3.0	7.0	6.0	35.0	47.0	1.0	1.0
	右	61.0	27.0	2.0	1.0	2.0	0.0	7.0
	右	3.0	73.0	23.0	0.0	0.0	0.0	1.0
	左	40.0	60.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	左	16.0	66.0	1.0	2.0	3.0	7.0	5.0
	右	86.0	10.0	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0
	左	64.0	22.0	3.0	0.0	5.0	1.0	5.0

単位：％ (100ストローク中)

Normal Type では 8 側 (38.1%),
Concave Type では 7 側 (33.3%),
Crossover I Type では 1 側 (4.8%),
Crossover II Type はなく,
Reverse Type では 5 側 (23.8%),
Symmetry Type は 1 側 (3.1%)
であり, X はなかった (OKD-左では Normal Type と
Reverse Type が同率で最も高い出現率を示した).

3. 検定 1 正常者群と交叉咬合群の片側任意咀嚼に
おける Normal Type の出現率の差に対
する検定結果

実験 1 の結果から, 交叉咬合群 32 側に対し正常者群
10 側の Normal Type の 100 ストローク中の出現数に差
があるかを検定した. 検定方法は, 100 ストロークに対
する Normal Type の出現数に対してのカイ 2 乗検定 (p
<5%) を行った (ただし, 出現数が 5 ストローク以下の

表 4 交叉咬合部位の部位別咀嚼における各パターンの出現率

被験者	咀嚼側	N	C	I	II	R	S	X
	左	77.5	15.0	2.5	0.0	5.0	0.0	0.0
	右	40.0	47.5	2.5	2.5	0.0	0.0	7.5
	左	15.0	50.0	0.0	0.0	25.0	0.0	10.0
	右	0.0	2.5	0.0	2.5	85.0	0.0	0.0
	左	0.0	32.5	12.5	10.0	45.0	0.0	0.0
	右	0.0	0.0	12.5	67.5	20.0	0.0	0.0
	左	2.5	0.0	7.5	22.5	67.5	0.0	0.0
	右	0.0	27.5	10.0	22.5	20.0	20.0	0.0
	左	27.5	65.0	0.0	0.0	0.0	2.5	5.0
	右	0.0	10.0	17.5	35.0	37.5	0.0	0.0
	左	35.0	22.5	2.5	5.0	20.0	0.0	15.0
	右	12.5	22.5	27.5	17.5	10.0	0.0	10.0
	左	35.0	35.0	2.5	5.0	7.5	7.5	7.5
	右	55.0	25.0	0.0	5.0	0.0	10.0	5.0
	左	2.5	45.0	7.5	22.5	22.5	0.0	0.0
	右	15.0	62.5	7.5	0.0	2.5	7.5	5.0
	左	12.5	15.0	15.0	10.0	35.0	0.0	12.5
	右	15.0	25.0	15.0	15.0	25.0	0.0	5.0
	左	15.0	32.5	0.0	7.5	35.0	0.0	10.0
	右	0.0	57.5	15.0	10.0	15.0	0.0	2.5
	右	0.0	37.5	17.5	25.0	20.0	0.0	0.0
	左	5.0	15.0	0.0	2.5	65.0	0.0	12.5
	左	22.5	50.0	15.0	5.0	0.0	0.0	7.5
	右	0.0	80.0	7.5	0.0	12.5	0.0	0.0
	右	0.0	20.0	10.0	5.0	32.5	30.0	2.5
	左	0.0	0.0	0.0	5.0	95.0	0.0	0.0
	右	0.0	15.0	0.0	10.0	72.5	0.0	2.5
	右	0.0	12.5	32.5	30.0	17.5	0.0	7.5
	左	45.0	55.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	左	5.0	32.5	2.5	15.0	47.5	0.0	2.5
	右	30.0	52.5	12.5	0.0	0.0	0.0	5.0
	左	62.5	12.5	12.5	5.0	2.5	0.0	5.0

単位：％（40ストローク中）

場合にはフィッシャーの直接確率検定法を用いた）。

320 組のうち 15 組に、交叉咬合群で Normal Type の出現数が少ない有意な差が認められた。

有意な差の認められなかった組合せは交叉咬合群の MRK-左（90％）に対する正常者群の SUM-左（95％）、NKT-左（94％）、KWK-右（94％）および交叉咬合群の OKD-右（86％）に対する正常者群の NKT-左（94％）、KWK-右（94％）であった。

4. 検定 2 交叉咬合群の片側任意咀嚼，交叉咬合部位咀嚼，非交叉咬合部位咀嚼相互の間における各パターンの出現率の差に対する検定結果

実験 1 および実験 2 の結果から、交叉咬合群の各パターンの出現率に差があるかを片側任意咀嚼，交叉咬合部位咀嚼，非交叉咬合部位咀嚼の間で比較するために検定を行った。検定方法は、分析対象としたストローク数に

表 5 非交叉咬合部位の部位別咀嚼における各パターンの出現率

被験者	咀嚼側	N	C	I	II	R	S	X
	左	—	—	—	—	—	—	—
	右	—	—	—	—	—	—	—
	左	90.0	7.5	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0
	右	—	—	—	—	—	—	—
	左	0.0	17.5	10.0	30.0	42.5	0.0	0.0
	右	—	—	—	—	—	—	—
	左	2.5	7.5	2.5	10.0	75.0	0.0	2.5
	右	—	—	—	—	—	—	—
	左	5.0	60.0	0.0	0.0	0.0	22.5	12.5
	右	20.0	62.5	7.5	0.0	7.5	2.5	0.0
	左	50.0	20.0	5.0	15.0	10.0	0.0	0.0
	右	—	—	—	—	—	—	—
	左	25.0	12.5	2.5	5.0	37.5	5.0	12.5
	右	27.5	12.5	7.5	5.0	7.5	30.0	10.0
	左	2.5	52.5	7.5	10.0	25.0	0.0	2.5
	右	0.0	70.0	20.0	2.5	2.5	5.0	0.0
	左	77.5	17.5	2.5	0.0	2.5	0.0	0.0
	右	50.0	35.0	5.0	2.5	0.0	0.0	7.5
	左	42.5	32.5	0.0	2.5	10.0	0.0	12.5
	右	0.0	25.0	15.0	5.0	47.5	2.5	5.0
	左	—	—	—	—	—	—	—
	右	—	—	—	—	—	—	—
	左	—	—	—	—	—	—	—
	右	—	—	—	—	—	—	—
	左	0.0	0.0	47.5	22.5	30.0	0.0	0.0
	右	—	—	—	—	—	—	—
	左	—	—	—	—	—	—	—
	右	—	—	—	—	—	—	—
	左	—	—	—	—	—	—	—
	右	—	—	—	—	—	—	—
	左	55.0	32.5	0.0	0.0	5.0	0.0	7.5
	右	0.0	85.0	12.5	0.0	2.5	0.0	0.0
	左	27.5	72.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	右	—	—	—	—	—	—	—
	左	10.0	42.5	5.0	17.5	22.5	0.0	2.5
	右	27.5	22.5	7.5	2.5	27.5	0.0	12.5
	左	57.5	12.5	12.5	0.0	0.0	0.0	17.5
	右	—	—	—	—	—	—	—

単位：％（40ストローク中）

対する該当パターンの出現数に関してカイ 2 乗検定（ただし、出現数が 5 ストローク以下の場合にはフィッシャーの直接確率検定法を用いた）を危険率 5% で行った。
片側任意咀嚼に対しての交叉咬合部位咀嚼の各パターン毎の検定結果（表 6）は 32 側に関して、① Normal Type の出現率が低かったものは 13 側（40.6%），高かったものは 2 側（6.3%），差のなかったものは 17 側（53.1%）であった。② Concave Type の出現率が低かった

ものは 8 側（25.0%），高かったものは 5 側（15.6%），差のなかったものは 19 側（59.4%）であった。③ Crossover I Type の出現率が低かったものは 3 側（9.4%），高かったものは 5 側（15.6%），差のなかったものは 24 側（75.0%）であった。④ Crossover II Type の出現率が低かったものは 4 側（12.5%），高かったものは 7 側（21.9%），差のなかったものは 21 側（65.6%）であった。⑤ Reverse Type の出現率が低かったものはなく，

表 6 片側任意咀嚼と交叉咬合部位咀嚼の各パターン出現率の検定結果

被験者	咀嚼側	N	C	I	II	R	S	X
	左	↑	↓					
	右	↓↓↓						
	左	↓↓↓	↓			↑↑↑		↑↑
	右				↓			
	左		↓↓↓		↓↓↓			
	右		↑↑↑		↑↑↑			
	左	↓↓↓				↑		
	右	↓↓↓	↑↑↑					
	左	↓↓↓	↓↓↓	↑	↑↑↑	↑↑↑		
	右	↓↓↓	↑↑↑			↑↑↑		↑↑↑
	左	↓↓↓	↑	↓		↑↑↑		↑↑↑
	右	↓↓↓	↑↑↑					
	左							
	右							
	左	↓↓↓	↓	↑	↑↑	↑↑↑		↑
	右	↓↓↓		↑↑↑	↑↑↑	↑↑↑		
	左			↓		↑↑↑		
	右							
	左	↓↓↓		↓		↑↑↑		
	右	↑↑						
	左				↓			
	右		↓			↑↑↑		
	左				↓↓↓	↑↑↑		
	右	↓↓↓			↑	↑↑↑		
	左		↓↓↓		↑↑↑	↑↑↑		
	右							
	左		↓↓↓		↑↑	↑↑↑		
	右	↓↓↓	↑↑↑	↑↑				
	左			↑				

上向き矢印は片側任意咀嚼に比して交叉咬合部位咀嚼で出現率が高かったもの
 下向き矢印は片側任意咀嚼に比して交叉咬合部位咀嚼で出現率が低かったもの
 一本矢印は危険率5%で有意であったもの、二本矢印は危険率1%で有意であつたもの、三本矢印は危険率0.1%で有意であつたもの

(片側任意咀嚼においては100ストローク、交叉咬合部位咀嚼においては40ストローク)

高かったものは13側(40.6%), 差のなかったものは19側(59.4%)であった。⑥ Symmetry Type の出現率ではすべてで差がなかった。⑦ X の出現率が低かったものはなく、高かったものは3側(9.4%), 差のなかった

ものは29側(90.6%)であった。

非交叉咬合部位咀嚼に対しての交叉咬合部位咀嚼(非交叉咬合部位咀嚼の行えたもの)の各パターン毎の検定結果(表7)は21側に関して、① Normal Type の出現

表 7 交叉咬合部位咀嚼と非交叉咬合部位咀嚼の各パターン出現率の検定結果

被験者	咀嚼側	N	C	I	II	R	S	X
	左	—	—	—	—	—	—	—
	右	—	—	—	—	—	—	—
	左	↑↑↑↑	↓↓↓↓	—	—	↓↓↓↓	—	—
	右	—	—	—	—	—	—	—
	左	—	—	—	↑	—	—	—
	右	—	—	—	—	—	—	—
	左	↓↓	—	—	—	—	↑↑↑↑	—
	右	↑↑	↑↑↑↑	—	↓↓↓↓	↓↓	—	—
	左	—	—	—	—	—	—	↓
	右	—	—	—	—	—	—	—
	左	—	↓	—	—	↑↑	↑	—
	右	—	—	—	—	—	—	—
	左	↑↑↑↑	—	—	—	↓↓↓↓	—	↓
	右	↑↑↑↑	—	—	—	↓↓↓↓	—	—
	左	↑	—	—	—	↓↓	—	—
	右	—	↓↓	—	—	↑↑	—	—
	右	—	—	—	—	—	—	—
	左	—	—	—	—	—	—	—
	左	↓↓	↓↓↓↓	↑↑	↑	↑↑↑↑	—	—
	右	—	—	—	—	—	—	—
	右	—	—	—	—	—	—	—
	左	—	—	—	—	—	—	—
	右	↑↑↑↑	—	—	—	↓↓↓↓	—	—
	左	—	↑↑↑↑	↓	↓↓↓↓	↓	—	—
	左	—	—	—	—	↓	—	—
	右	—	↓↓	—	—	↑↑↑↑	—	—
	右	—	—	—	—	—	—	—
	左	—	—	—	—	—	—	—

上向き矢印は交叉咬合部位咀嚼に比して非交叉咬合部位咀嚼で出現率が高かったもの
下向き矢印は交叉咬合部位咀嚼に比して非交叉咬合部位咀嚼で出現率が低かったもの
一本矢印は危険率 5 % で有意であったもの、二本矢印は危険率 1 % で有意であったもの、三本矢印は危険率 0.1 % で有意であったもの
(交叉咬合部位咀嚼、非交叉咬合部位咀嚼ともに 40 ストローク)

率が低かったものは 6 側 (28.6%), 高かったものは 2 側 (9.5%), 差のなかったものは 13 側 (61.9%) であった。
② Concave Type の出現率が低かったものは 2 側 (9.5

%), 高かったものは 5 側 (23.8%), 差のなかったものは 14 側 (66.7%) であった。③ Crossover I Type の出現率が低かったものは 1 側 (4.8%), 高かったものは 1

表 8 片側任意咀嚼と非交叉咬合部位咀嚼の各パターン出現率の検定結果

被験者	咀嚼側	N	C	I	II	R	S	X
	左	—	—	—	—	—	—	—
	右	—	—	—	—	—	—	—
	左	↑	↓↓↓					
	右	—	—	—	—	—	—	—
	左	—	—	—	—	—	—	—
	右	—	—	—	—	↑	—	—
	左	↓↓↓	↑↑↑				↑↑↑	
	右	—	—	—	—	—	—	—
	左	↓↓↓	↑		↑↑↑		—	—
	右	↓↓↓	—	—	—	—	—	—
	左	↓↓↓		↑		↑↑↑	↑↑↑	
	右	↓↓↓				—	—	—
	左	—						
	右	↑						
	左			↓				
	右		↓		↓	↑↑↑		
	右	—	—	—	—	—	—	—
	左	—	—	—	—	—	—	—
	左		↓↓↓		↑↑	↑↑↑		
	右	—	—	—	—	—	—	—
	右	—	—	—	—	—	—	—
	左	—	—	—	—	—	—	—
	右							
	左							
	左							
	右							
	左		↓		↑↑	↑↑↑		
	右	↓↓↓				↑↑↑		↑↑
	左			↑				↑

上向き矢印は片側任意咀嚼に比して非交叉咬合部位咀嚼で出現率が高かったもの
 下向き矢印は片側任意咀嚼に比して非交叉咬合部位咀嚼で出現率が低かったもの
 一本矢印は危険率 5% で有意であったもの、二本矢印は危険率 1% で有意であっ
 たもの、三本矢印は危険率 0.1% で有意であったもの

(片側任意咀嚼においては 100 ストローク、非交叉咬合部位咀嚼においては 40 ス
 トローク)

側 (4.8%), 差のなかったものは 19 側 (90.5%) であ
 った。④ Crossover II Type の出現率が低かったものは
 2 側 (9.5%), 高かったものは 2 側 (9.5%), 差のなか
 ったものは 17 側 (81.0%) であった。⑤ Reverse Type の

出現率が低かったものは 4 側 (19.0%) であり、高か
 ったものは 8 側 (38.1%), 差のなかったものは 9 側 (42.9
 %) であった。⑥ Symmetry Type の出現率が低か
 ったものは 2 側 (9.5%) であり、高かったものはなく、

差のなかったものは 19 側 (90.5%) であった。⑦ X の出現率が低かったものはなく、高かったものは 2 側 (9.5%), 差のなかったものは 19 側 (90.5%) であった。

片側任意咀嚼に対しての非交叉咬合部位咀嚼の各パターン毎の検定結果 (表 8) は 21 側に関して、① Normal Type の出現率が低かったものは 5 側 (23.8%), 高かったものは 2 側 (9.5%), 差のなかったものは 14 側 (66.7%) であった。② Concave Type の出現率が低かったものは 4 側 (19.0%), 高かったものは 2 側 (9.5%), 差のなかったものは 15 側 (71.4%) であった。③ Crossover I Type の出現率が低かったものは 1 側 (4.8%), 高かったものは 2 側 (9.5%), 差のなかったものは 18 側 (85.7%) であった。④ Crossover II Type の出現率が低かったものは 1 側 (4.8%), 高かったものは 3 側 (14.3%), 差のなかったものは 17 側 (81.0%) であった。⑤ Reverse Type の出現率が低かったものはなく、高かったものは 6 側 (28.6%), 差のなかったものは 15 側 (71.4%) であった。⑥ Symmetry Type の出現率が低かったものはなく、高かったものは 2 側 (9.5%) であり、差のなかったものは 19 側 (90.5%) であった。⑦ X の出現率が低かったものはなく、高かったものは 2 側 (9.5%), 差のなかったものは 19 側 (90.5%) であった。

IV. 考 察

咀嚼運動は下顎運動の中で機能的咬合系^{14,15)}の 3 要素における自己受容器からの求心性情報がフィードバックされた代表的運動であり、最も重要な機能的生理的運動であると考えられる¹⁶⁾。この機能的咬合系の要素のうち歯根膜感覚においては歯根膜に加わる圧の大きさ、方向が異なるならば生じる求心性情報にも中枢神経系からのフィードバックされる反射運動にも差が生じると考えられ、咀嚼運動の変化として現れることを示唆するものと考えられる¹⁷⁾。

西尾ら^{18,19)}は大歯に補綴物を実験的に装着し、側方運動時の前頭面展開角を狭小化させることにより咀嚼運動経路が Grinding Type から Chopping Type に変化し、撤去によって Grinding Type に戻ったと報告している。また喜多村ら²⁰⁾は前歯部交叉咬合では咀嚼経路に収束を引き起こす機能的交叉咬合と収束をもたらさない単に形態的なものが認められ、収束のあるものでは顎関節や筋に何らかの症状の出現がみられたことを報告している。また、中村ら^{21,22)}は下顎第 1 大臼歯単一の歯冠形態の変

化によっても咀嚼運動が影響を受けることを報告している。

このように咀嚼運動は何らかの異なる刺激が恒常的に加わるようになると、その刺激に反応しこの刺激に変化が起こらない場合、新しい反射パターンが獲得、確立され、習慣となり最終的に無意識反射となり¹⁶⁾、新しい咀嚼運動経路が確立されるものと考えられる。したがって、臼歯部に交叉咬合を有するものではその歯根膜への刺激が正常とは異なるため、咀嚼運動経路は正常者と異なることが予想される。これは咬合接触と咀嚼運動との関連や歯根膜情報を分析するうえで臨床的にも生理学的にも重要と考えられる¹⁾。

一方、食品の性状差によっても咀嚼運動は変化し^{23,24)}、食塊の形成、破碎は舌や頬との協調が伴って行われている。臼歯部交叉咬合に関しても経路の変化は歯根膜感覚のみによるものではなく、食品の性状や対咬状態の不安定さから食塊をよりよく形成、破碎するための経路の変化の可能性も考慮する必要がある。

1. 被験者について

交叉咬合群において顎関節、咀嚼筋に症状を認めるものが多かった。臼歯部交叉咬合と顎関節の症状 (主にクリックの発生) の関連を示唆する報告もある^{25,26)}。交叉咬合を有するものでは、叢生や臼歯の平衡側干渉など咬合異常を認めることが多くそれらの影響が疑われるが、交叉咬合の影響と考えられる咀嚼運動経路の異常 (後述) が咬合相付近のみならず開閉口相にもみられた。正常と異なる運動経路をとるため、当然、正常とは異なる咀嚼筋活動や下顎骨関節頭の運動が行われていることが予想され、咀嚼筋の協調活動の異常、顎関節への運動負担荷重等による症状の発生の可能性が考えられる。

2. 方法について

片側任意咀嚼においては食塊は一部または数カ所の部位において習慣的に咀嚼され、咀嚼の刺激による求心性の情報は習慣的に咀嚼の行われる部位からのものであると考えられる。これに対し、部位指定の部位別咀嚼では一部に限局された部位からの求心性の情報に限られていられると考えられる。

したがって、片側任意咀嚼では臼歯部交叉咬合以外の要因によって咀嚼運動が影響を受けている場合でも、交叉咬合部位咀嚼では交叉咬合部位からの求心性情報が強調され、比較検討により、咀嚼運動における差異として認められる。さらに、同側の交叉咬合のない部位におけ

る部位別咀嚼との比較によって、交又咬合の影響の少ない咀嚼運動が観察されと考えられる。

一方、正常者において大臼歯部、小臼歯部、犬歯部でそれぞれ部位別咀嚼させると、垂直的開口量 6 mm レベルでこの順に左右的咀嚼幅が減少する傾向がみられる⁴⁾。咀嚼経路は犬歯部、小臼歯部、大臼歯部において前頭面、水平面、矢状面いずれにおいても幾何学的に変化しており、同一個人、同一食品、同側咀嚼であっても咀嚼部位により異なってくるが、咀嚼運動は食品を咀嚼するのに都合のよいように合目的に運動パターンが形成されていく¹⁶⁾。したがって、正常な咬合状態であれば、部位別咀嚼によって異常な経路の出現することは考えにくく、側方幅等の数値的な変化はあるにせよ、正常な咀嚼経路となるものと考えられる。

3. 実験の結果および検定結果について

1) 正常者群と交又咬合群における Normal Type の出現率について

実験 1 の結果から、片側任意咀嚼では正常者群において Normal Type が高率に現れ、その他のパターンがほとんど現れなかった。交又咬合群では被験者ごとに Normal Type が現れる率にばらつきがみられ、その他のパターンの出現が多く認められた(表 2, 3)。検定 1 の結果からも片側任意咀嚼においては正常者群で交又咬合群より有意に Normal Type の出現率が高いものがほとんどであった。

このことはその他の咬合異常などの影響も否定できないが、交又咬合の影響により咀嚼運動に変化が現れていることを示していると考えられる。

2) 片側任意咀嚼、交又咬合部位咀嚼、非交又咬合部位咀嚼における Normal Type の出現率について

交又咬合の影響が現れていると正常な経路(Normal Type)の出現率が低くなると考えるならば、正常な経路の出現率は交又咬合部位咀嚼において低く、片側任意咀嚼と非交又咬合部位咀嚼において高くなると予想される。

交又咬合群の実験 1 と実験 2 の結果から、片側任意咀嚼と非交又咬合部位咀嚼において Normal Type の出現率が低く、交又咬合部位咀嚼において Normal Type の出現率が高いものは非交又咬合部位咀嚼が行えた 21 側のうち 6 側であった。逆に交又咬合部位咀嚼において Normal Type の出現率が低くなったものは 2 側であった。また、差異の明確でないもの、非交又咬合部位咀嚼の Normal Type の出現率が低いものなどは 13 側であ

った。

Normal Type の出現率は交又咬合群の傾向として、

① 片側任意咀嚼に比べて交又咬合部位咀嚼で低いかほぼ差がないものがほとんどであった。

② 交又咬合部位咀嚼に比べて非交又咬合部位咀嚼で高いかほぼ差のないものがほとんどであった。

③ 片側任意咀嚼に比べて非交又咬合部位咀嚼で低いものもあったが、ほとんど差がなかった。

また、片側任意咀嚼および非交又咬合部位咀嚼に比べて交又咬合部位咀嚼で、正常経路の出現率は低いか差がないものは 21 側中 16 側であり大半を占めていた。これらのことから、交又咬合が咀嚼運動に影響を及ぼすことは十分に考えられる。

3) 各パターンの出現率について

片側任意咀嚼においては Normal Type, Concave Type が最も高率に現れる場合が多く、交又咬合部位咀嚼においては Concave Type, Reverse Type が最も高率に現れる場合が多く、非交又咬合部位咀嚼においては Normal Type, Concave Type が最も高率に現れる場合が多かった。

また検定結果から、各パターンの出現率は片側任意咀嚼と比べて交又咬合咀嚼で Normal Type, Concave Type が低く、Crossover II Type, Reverse Type が高いものが多かった。非交又咬合部位咀嚼と比べて交又咬合部位咀嚼では Normal Type が低く、Crossover II Type, Reverse Type が高いものが多かった。片側任意咀嚼と比べて交又咬合部位咀嚼では Normal Type, Concave Type が低く Reverse Type が高いものが多かった。

特に、Normal Type において交又咬合の影響と考えられる出現率を示した 6 側では、パターン別の出現率においてもほぼこの傾向であった。すなわち任意咀嚼、非交又咬合部位咀嚼と比べて交又咬合部位咀嚼において Normal Type の出現率が低く、Concave Type の出現率も低いか差がなく、Crossover I Type, Crossover II Type, Reverse Type の出現率が高い。また、Normal Type においては交又咬合の影響が明らかではない出現率を示したものでも、その他のパターンの出現率に着目すると個々にはこの傾向に従わないものや、変化が明らかではないものもあるが交又咬合群全体として同様の傾向が現れている。

これらのことから臼歯部の交又咬合においては正常者に多くみられる経路とは異なる Crossover I Type, Crossover II Type, Reverse Type が高率に現れており、これらの経路が臼歯部交又咬合に現れる特徴的な咀

嚼運動経路であると推定される。

- 4) Normal Type の出現率の検定において有為な差が現れなかった被験者および非交叉咬合部位咀嚼の行えなかった被験者について

これらの被験者では任意咀嚼で Crossover I Type, Crossover II Type, Reverse Type などの出現率が高いものが多かった。このため検定において差として現れていない。これらの経路が高率に現れていることは、臼歯部交叉咬合の影響が強く現れていることを示唆していると考えられる。

- 5) 非交叉咬合部位咀嚼における臼歯部交叉咬合に特徴的と考えられるパターンの出現について

非交叉咬合部位咀嚼においても特徴的と考えられる咀嚼パターンは現れており、交叉咬合部位咀嚼よりむしろ出現率の高いものもあった。今回の実験では交叉咬合の影響が非交叉咬合部位まで及んだためか、あるいはその他の要因によるものか明らかではない。このことは特徴的パターンが出現する場合に臼歯部交叉咬合を有している、とは必ずしもいえないことを示唆するものと考えられる。

- 6) 臼歯部交叉咬合に特徴的と考えられるパターンについて

これらはいずれもその閉口路の終末付近、すなわち咬合相に至る経路が正常な経路に比べてより垂直方向に近づいている。この観点から検討すると、Concave Type, Reverse Type もその経路の終末付近は垂直方向である。臼歯部交叉咬合の影響が現れていると考えられるものの、交叉咬合部位咀嚼では任意咀嚼に比べ Normal Type, Concave Type の減少と Crossover I Type, Crossover II Type の増加する傾向が認められ、非交叉咬合部位咀嚼では交叉咬合部位咀嚼と比べ Normal Type, Concave Type の増加と Crossover I Type, Crossover II Type の減少する傾向となっている。

また、Symmetry Type はその閉口経路のほとんどが垂直方向にある。臼歯部交叉咬合の影響が垂直的閉口路にあると考えられることから、この経路はその影響を強く受けていると考えることができる。事実、パターン分類において交叉咬合部位咀嚼で出現率の高いものがある。しかし一方、非交叉咬合部位咀嚼で高いものもあり、出現率が他のパターンの方が高いこと、出現している被験者数が少ないこと、検定の結果交叉咬合の影響による出現率の変化が明らかでないこと、非交叉咬合部位での部位別咀嚼で減少しているものがほとんどであるが増加しているものもあることなどから Crossover I

Type, Crossover II Type, Reverse Type のように明らかな臼歯部の交叉咬合における特徴的な咀嚼運動パターンとはいえないが、その可能性も否定できないと考える。

V. 結 論

臼歯部に交叉咬合を有する被験者の前頭面咀嚼運動を分析したところ以下のことが知られた。

1. 臼歯部交叉咬合を有する者のその側での任意咀嚼では正常者の任意咀嚼に比べ、前頭面の正常な経路 (Normal Type) の出現率が低かった。
2. 臼歯部交叉咬合を有する者に出現率が高かった経路は Concave Type, Crossover I Type, Crossover II Type, Reverse Type などに分類できた。
3. 臼歯部交叉咬合を有する側の任意咀嚼に比べ、交叉咬合部位で咀嚼をさせた場合に Normal Type, Concave Type の出現率が低く、Crossover I Type, Crossover II Type, Reverse Type の出現率が高かった。
4. 臼歯部交叉咬合部位での咀嚼に比べ、交叉咬合でない部位 (交叉咬合のある側) の咀嚼では Normal Type, Concave Type の出現率が高く、Crossover I Type, Crossover II Type, Reverse Type の出現率が低かった。

文 献

- 1) 丸山剛郎：臨床生理咬合，1～4，医歯薬出版，東京，1988。
- 2) 丸山剛郎，西尾公一：新しい下顎運動記録装置 Sirognathograph と同解析コンピュータ・システム，歯界展望，63：1535～1546，1984。
- 3) 瑞森崇弘，桑原隆男，西尾公一ほか：Sirognathograph とパーソナル・コンピュータにより構成した下顎運動記録・解析システム，顎機能，2：169～174，1984。
- 4) 瑞森崇弘，桑原俊也，中村康弘ほか：咀嚼運動の恒常性と部位別咀嚼の特徴に関する研究，下顎運動機能と EMG 論文集，3：45～48，1984。
- 5) Zigmond, O.: Über die Bewegungen des Unterkiefers beim Kauakt, Osterr z f Stomat, 10：175～184, 1912.
- 6) Gisi, A.: Artikulation, Bd, 3, Bluhm, J.F. Bergman (München), 167～316, 1926.
- 7) 中沢 勇：下顎運動の補綴学的研究，有歯顎の運動，口病誌，13：81～98，1939。
- 8) 藍 稔：切歯点における咀嚼運動の解析，補綴誌，6：141～177，1962。

- 9) Murphy, T.R. : The timing and mechanism of the human masticatory stroke, Arch oral Biol, 10 : 981~993, 1965.
- 10) 仁科隆実 : 咀嚼運動形式の EMG 的特徴について, 歯科医学, 42 : 1~27, 1979.
- 11) Lundeen, H.C. and Gibbs, C.H. : Advance in Occlusion, 2~32, John Wright • PSG Inc, Bristol, 1982.
- 12) 森 隆司 : 咀嚼運動経路の研究—空口側方滑走運動路および食品の影響, 補綴誌, 26 : 274~297, 1982.
- 13) Prösche, P. : An Extensive Classification of Chewing Patterns in the Frontal Plane : J Craniomandib Pract, 5 : 56~63, 1987.
- 14) 河村洋二郎 : 口腔生理学, 158~163, 永末書店, 京都, 1972.
- 15) 河村洋二郎 : 咬合の生理, 咬合を考える, 11~31, 医歯薬出版, 東京, 1973.
- 16) 丸山剛郎 : 新しい概念に基づく臨床的生理咬合 (1)~(4), ザ・クインテッセンス, 4 : 1109~1118, 1309~1317, 1661~1772, 1815~1825, 1985.
- 17) 森本俊文 : 下顎位と下顎運動の調節機構 (その2) — 下顎中枢神経系と顎反射 —, 歯界展望, 57 : 207~213, 1981.
- 18) 西尾公一, 宮内修平, 丸山剛郎 : 咀嚼運動に関する臨床的研究—咬合様式との関連について—, 補綴誌, 30 : 806~816, 1986.
- 19) 西尾公一 : 咀嚼運動における咬合様式の機能的意義に関する臨床的研究, 阪大歯誌, 33 : 267~300, 1988.
- 20) 喜多村絵里, 高島史男, 宮内修平ほか : 前歯部交叉咬合が顎口腔機能に及ぼす影響に関する研究, 補綴誌, 31 : 1216~1226, 1987.
- 21) 中村康弘, 桑原俊也, 瑞森崇弘ほか : 咀嚼運動に単一歯冠補綴物が及ぼす影響に関する臨床的研究, 補綴誌, 30 : 638~645, 1986.
- 22) 中村康弘, 宮内修平, 丸山剛郎 : 咀嚼運動に大臼歯の咬頭およびその斜面の及ぼす影響に関する臨床的研究, 補綴誌, 31 : 1237~1248, 1987.
- 23) 瑞森崇弘, 桑原隆男, 西尾公一ほか : 咀嚼運動に関する臨床的研究—食品の大きさ, 固さの影響について—, 補綴誌, 29 : 1062~1069, 1985.
- 24) 桑原隆男, 喜多村絵里, 守屋啓吾ほか : 咀嚼運動に関する臨床的研究—各種食品の影響について—, 顎機能, 4 : 87~92, 1986.
- 25) Pullinger, A.G., Seligman, D.A. and Solberg, W.K. : Temporomandibular disorders, Part II: Occlusal factors associated with temporomandibular joint tenderness and dysfunction, J Prosthet Dent, 59 : 363~367, 1988.
- 26) Riolo, M.L., Brant, D. and TenHave, T.R. : Associations between occlusal characteristics and signs and symptoms of TMJ dysfunction in children and young adults., Am J Orthod Dentofac Orthop, 92 : 467~477, 1987.